

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

(повне найменування вищого навчального закладу)

ВІДДІЛЕННЯ «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

ЦИКЛОВА КОМІСІЯ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до дипломного проекту

фаховий молодший бакалавр

(освітньо-професійний ступень)

на тему: «Удосконалення коплексу машин для вирощування озимої пшениці з модерцізацією процесу збирання зернозбирального комбайна Енісей-1200»

Виконав: студент IV курсу, групи Аі-42
Галузь знань 20 «Аграрні науки і
продовольство»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Артем РЕНКАС

(прізвище та ініціали)

Керівник Олександр РЯБЧУК

(прізвище та ініціали)

Рецензент Сергій ДОБРАНСЬКИЙ

(прізвище та ініціали)

м. Житомир – 2024 року

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Відділення **«Агроінженерія»**

Циклова комісія спеціальності **«Агроінженерія»**

Освітньо-професійний ступень **Фаховий молодший бакалавр**

Галузь знань **20 «Аграрні науки на продовольство»**

(шифр і назва)

Спеціальність **208 «Агроінженерія»**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії

«Агроінженерія»

Тамара ВЕРЕМІЙ

“ ” 20__ року

З А В Д А Н Н Я **НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Артему Ренкасу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема проєкту «Удосконалення копмлексу машин для вирощування озимої пшениці з модерцізацією процесу збирання зернозбирального комбайна Енісей-1200»

Керівник проєкту (роботи) **Олександр Рябчук**

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “25” жовтня 2023року №433у

2. Строк подання студентом проєкту 03.06.2024

3. Вихідні дані до проєкту

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

«Удосконалення копллексу машин для вирощування озимої пшениці з модерцізацією процесу збирання зернозбирального комбайна Енісей-1200»

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка , в тому числі іл., табл., літературних джерела, додаків, листів креслень формату А1.

Ключові слова: БИЧІ, МОЛОТИЛЬНИЙ АПАРАТ, ЗБИРАННЯ, ЗЕРНО, КОМБАЙН, МАШИНО-ТРАКТОРНИЙ АГРЕГАТ, КЗС-7 «Єнісей», ПРОПУСКНА ЗДАТНІСТЬ, МОЛОТАРКА.

Обґрунтовано механізовану технологію вирощування та збирання озимої пшениці на зерно в даному господарстві.

Проведено розрахунок техніко-експлуатаційних та економічних показників технологічного процесу збирання пшениці. Проведено аналіз конструкцій світових виробників зернозбиральної техніки.

Розроблено операційну технологію збирання.

Проведено розрахунок конструкції елементів двобарабанного молотильного апарату комбайна класичної схеми.

Згідно з завданням розроблено заходи з охорони праці та екологічної безпеки виробництва.

Виконано економічне обґрунтування доцільності використання запропонованої техніки та технології для умов підприємства.

Результати роботи рекомендовані до впровадження у виробництво в умовах зазначеного підприємства з річним економічним ефектом в сумі 173062,5 грн.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. МЕХАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ	
1.1 Технологія вирощування озимої пшениці.....	8
1.2 Розрахунок технологічної карти.....	12
2. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ.....	
2.1 Огляд конструкція молотильних апаратів сучасних зернозбиральних комбайнів	18
2.2 Патентний пошук за темою проекту	21
2.3 Обґрунтування модернізації конструкції МСП комбайна	29
2.4 Розрахунок технологічних параметрів молотарки.....	32
2.5 Розрахунок кінематичних параметрів молотарки.....	36
2.6 Енергетичний розрахунок молотильного апарату.....	38
2.7 Розрахунок клинопасової передачі.....	40
3. РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ	
3.1 Розрахунок режиму роботи комбайна.....	43
3.2 Визначення продуктивності та витрат палива.....	46
3.3 Розрахунок транспортного забезпечення процесу збирання	50
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	
4.1 Розрахунок забезпечення робітників засобами індивідуального захисту	54
4.2 Пожежна безпека і виробнича санітарія	55
4.3 Екологічна стійкість виробництва.....	57
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	
5.1 Розрахунок економічного ефекту від впровадження конструктивної розробки	59
ВИСНОВКИ.....	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	

					ДП.208.042.035.ПЗ			
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Ренкас				ЗМІСТ		Літ	Арк.
Перевір.	Рябчук							Аркушів
Н. Контр.	Вензовська						ЖАТФК гр. Аі-42	
Затверд	Руденко							

ВСТУП

Сільськогосподарське виробництво направлене на вирішення продовольчих проблем людства за рахунок виробництва продуктів харчування та сировини для їх отримання. В Житомирській області культивуються зернові, олійні, технічні культури та м'ясо-молочне тваринництво. Зокрема в умовах Житомирського району доцільним є вирощування озимого жита. Ця культура в останні роки стала рентабельною, оскільки зросли ціни на неї.

З огляду на вищезазначене нами в дипломному проекті пропонується комплекс машин на основі технологічної карти для вирощування цієї культури. Озиме жито є більш сприятливим для вирощування, в умовах перехідної Лісостепо-

Поліської зони. СТОВ «Племзавод Коростишівський» потребує підходів для розвитку галузі рослинництва та зміцнення фінансового стану підприємства на основі реалізації товарної продукції. Некондиційна частина урожаю буде використовуватися для приготування комбікормів для годівлі худоби та продаж населенню.

При вирощуванні зернових культур, в тому числі жита, при збиранні постає питання формування якісного зерна для подальшої переробки в умовах борошномельного виробництва. Для цього необхідним є забезпечення зернозбиральними комбайнами чистоти зерен та виключення їх пошкодженості. Двобарабанні молотильні апарати, що використовуються в комбайнах «Енисей1200» забезпечують більш «м'який» обмолот, порівняно з традиційними класичними молотарками. Але при цьому постає питання повного використання пропускнуої здатності молотильно-сепарувального апарату та зменшення втрат зерна за соломотрясом. Вирішення даного питання є актуальним для сьогодення.

Завданням дипломного проекту було проектування комплексу машин для вирощування пшениці за інтенсивною технологією з удосконаленням конструкції молотарки комбайна задля інтенсифікації обмолоту та зменшення пошкодженості зерна.

РОЗДІЛ 1

МЕХАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

1.1 Технологія вирощування озимого жита

Попередники. Порівняно з озимою пшеницею жито менш вибагливе до

посередників, у тому числі й до повторного використання ж потенційні					ДП.208.042.035.113		
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ		
Розроб.	Ренкас				Арк.		
Перевір.	Рабуні				Аркуші		
ВСТУП					ЖАТОЖ		
Н. Ковриг	Владими				ЖАТОЖ		
Затверд	Руденко				ЖАТОЖ		

попередників підвищується на 6-40 %. До таких попередників на Поліссі належать: зайняті пари (люпином, вико-вівсяними сумішами, озимими на зелений корм і силос); багаторічні трави одноукісного використання, рання картопля, льондвугунець, кукурудза на зелений корм. При вирощуванні жита слід враховувати можливість вилягання посівів високорослих сортів при розміщенні їх після удобрених зайнятих парів і багаторічних трав на родючих ґрунтах. У такому разі ці попередники доцільніше використовувати під озиму пшеницю, а озиме жито сіяти після інших рекомендованих попередників.

Обробіток ґрунту. Залежно від попередників і ґрунтово-кліматичних умов проводять основний і передпосівний обробіток ґрунту, завданням якого є збереження вологи в орному і посівному шарах на час сівби, знищення бур'янів, поліпшення поживного режиму. Практично такий обробіток здійснюється аналогічно обробітку ґрунту під озиму пшеницю.

Застосовують плужний або безплужний обробіток. В умовах Полісся на ґрунтах з мілким орним шаром оранку проводять на його глибину або застосовують чизельний обробіток на глибину 22 — 25 см, який руйнує ґрунтову підшову, але не вивертає її на поверхню.

Якщо озиме жито розміщене після попередників, які рано звільняють поле, основний обробіток слід проводити за типом напівпарового, який включає залежно від забур'яненості посівів одне-два лушення дисковими (ЛДГ-10, ЛДГ-15) і лемішними лушильниками (ППЛ-10-25), оранку плугами з передплужниками ПЛН5-35 або ПЛН-6-35 на глибину 22-25 см або на 18-20 см на ґрунтах з мілким орним шаром та дві-три культивациї культиваторами КПС-4, КПП-4Г й іншими в агрегаті з боролами БЗТС-1,0 або БЗСС-1,0 на глибину послідовно 10-12, 8-10 і 6-8 см. При сівбі жита після гороху, льону, картоплі на чистих від бур'янів полях застосовують обробіток культиваторами-плоскорізами КПП-2-150 чи ПП-3-5 в агрегаті з голчастими боролами на глибину 10-12 см; на забур'янених полях

проводять лушення та оранку з боронуванням на глибину 20-22 см, яку закінчують за 3-4 тижні до сівби жита. Після кукурудзи, яку збирають незадовго до сівби жита, особливо в посушливих південних областях, основний обробіток доцільно проводити комбінованими агрегатами АКП-2,5 або плоскорізами ОПТ-3-5 в агрегаті з боронами БИГ-3 і кільчасто-шпоровими котками ЗККШ-6 на глибину 8-10 см. Пласт багаторічних трав обробляють важкими дисковими боронами БДТ-3, БДТ-7 на глибину 10-12 см і орють плугами з передплужниками в агрегаті з котками ЗККШ-6 на глибину 25-27 см. Люпин на зелене добриво приорюють у фазі сизих бобиків на глибину 23-25 см (в агрегаті з важкими котками) не пізніше як за 3-4 тижні до оптимальних строків сівби озимого жита. При використанні люпину на зелений корм оранку проводять на глибину 18 - 20 см.

Після збирання зернових попередників площу відразу Лісостепу і Степу — 20-22 см з одночасним коткуванням і боронуванням. Коли до сівби залишається мало часу, кращі результати дає поверхневий обробіток ґрунту дисковими луцильниками.

До сівби жита поле підтримують культиваціями або боронуванням у чистому від бур'янів стані. Перед сівбою його культивують стрілочастими лапами або лапами-бритвами на глибину загортання насіння з одночасним боронуванням. Замість передпосівної культивації ґрунт можна обробляти комбінованими агрегатами РВК-3,6, РВК-5,4 та ін [24, 27].

Удобрення. Важливою умовою підвищення врожайності озимого жита є застосування органічних та мінеральних добрив, на які воно позитивно реагує в усіх зонах вирощування. За рахунок внесення органічних добрив (30-40 т/га) на дерновопідзолистих ґрунтах Полісся приріст урожаю жита становить 6-8 ц/га, на чорноземах Лісостепу (20-25 т/га) 4-6 ц/га. Мінеральні добрива залежно від умов вирощування теж забезпечують приріст урожаю зерна на 3,5-8,5 ц/га. З органічних добрив найбільше значення має гній. Використовують також низинний торф у вигляді компосту з гноєм, фосфоритним борошном і вапном. Вносять органічні

добрива переважно під попередники озимого жита, яке добре використовує їх					Арк. IX
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

ДП.208.042.035.ПЗ

післядію. На дерново-підзолистих ґрунтах Полісся України висівають люпин на зелене добриво, який приносять одночасно із внесенням фосфорно-калійних добрив з розрахунку $P_{45-60}K_{45-60}$.

Мінеральні добрива вносять під основний обробіток ґрунту, в рядки і в підживлення. Норми їх, як правило, нижчі, ніж під озиму пшеницю. Пояснюється це тим, що на високому фоні добрив озиме жито сильно вилягає. Крім того, воно краще, ніж озима пшениця, засвоює поживні речовини з ґрунту. Залежно від типу ґрунту норми повних мінеральних добрив становлять від 45 до 90 кг/га азоту, фосфору і калію. Більш високі дози добрив вносять при сівбі жита після стерньових попередників, при вирощуванні короткостеблових тетраплоїдних сортів, які стійкіші проти вилягання. Після кукурудзи під жито вносять підвищені норми азотних добрив, а після багаторічних трав, гороху, навпаки, зменшують ці норми. Калійні добрива повною дозою, фосфорні у кількості 80-85 % норми вносять під основний обробіток, решту 10 — 15 кг/га фосфору — в рядки під час сівби.

Азотні добрива використовують для підживлення переважно жита, вносячи на II етапі органогенезу по 30 — 60 кг/га азоту та на IV по 30 кг/га. На бідних піщаних ґрунтах доцільно частину азоту (30 кг/га) внести під основний обробіток ґрунту.

Під озиме жито, на відміну від пшениці, доцільно використовувати у вигляді основного фосфорного добрива важкорозчинне фосфоритне борошно, причому краще вносити його разом із гноєм і торфом.

Враховуючи малу стійкість сортів жита проти вилягання, на високих агрофонах слід застосовувати ретарданти (кампозан, ТУР) та поліпшувати фосфорно-калійне або фосфорне (на півдні) живлення рослин.

На кислих ґрунтах ($pH < 5$) озиме жито позитивно реагує на внесення вапна (3-5 т/га). На солонцюватих ґрунтах або солончаках доцільно проводити гіпсування із внесенням 3 — 5 т/га гіпсу.

Сівба. Для сівби використовують очищене й відсортоване кондиційне насіння (pH 1-3) із силою росту не менше 80 %. Перед сівбою або за 2 - 3 тижні до сівби його протруюють гранозаном у дозі 1 кг/т, 80 %-м ТМТД (2 кг/т), байтаном (2 кг/т),

вітаваксом або фундазолом (2-3 кг/т), розчиняючи препарати у 10-20 л води на 1 т насіння. Застосовують інкрустацію насіння з використанням приліплювачів (0,5 кг/т ПВС, 0,2 кг/т NaКМЦ або 2 кг/т ПВА). Для захисту сходів від шкідників слід у розчин з протруювачами додавати 0,7-1,5 кг/т волатону або дурсбану.

Для підвищення стійкості жита проти вилягання посіви на V-VI етапах органогенезу обробляють кампозаном, витрачаючи на 1 га 3-4 л препарату, розчиненого в 200- 300 л води. Для створення сприятливих умов росту й розвитку жита в осінній період, запобігання його переростанню і зниженню морозостійкості озиме жито слід сіяти у другу половину рекомендованих оптимальних строків сівби. У цьому разі сума ефективних температур до настання постійного похолодання (4-5 °С) досягне оптимальної для жита величини (500-550 °С), за якої формуються найбільш стійкі проти несприятливих умов зимівлі рослини (мають по 3-5 пагонів).

Основний спосіб сівби — звичайний рядковий з утворенням технологічних колій. Норма висіву диплоїдних сортів на Поліссі 5,5-6,0 млн схожих зерен на 1 га, в Лісостепу 5-5,5 млн/га. Норма висіву тетраплоїдних сортів приблизно на 0,5-1,0 млн/га зерен менша. При запізненні із сівбою, сівбі на бідних ґрунтах, застосуванні перехресної або вузькорядної сівби норми висіву збільшують на 10-15 %.

Насіння озимого жита загортають на глибину 3-4 см, а на легких ґрунтах — на 5-6 см, при сухій погоді — на 6-7 см.

Догляд за посівами та збирання. Пшениця стійкіша до хвороб, тому догляд за ним простіший і дешевший, ніж за озимою пшеницею. Застосовують інтегровану систему захисту рослин від хвороб, шкідників та несприятливих умов зимівлі, проводять весняне підживлення жита азотними добривами. Жито добре протистоїть бур'янам, тому потреба в застосуванні гербіцидів на високопродуктивних посівах практично не виникає.

Для запобігання вилягання посівів їх обприскують у фазі трубкування (V-VI

етапи органогенезу) інгібіторами, наприклад 50 %-м кампозаном (3-4 л/га).				
ДП.208.042.035.ПЗ				
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Використовують також суміш кампозану (1,5-2 л/га) і ТУРу (3 л/га). Кампозан, на відміну від ТУРу, при обприскуванні жита не змішують з гербіцидами.

Збирають жито у фазі воскової стиглості зерна. При вологості зерна 25-30 % застосовують роздільний спосіб збирання, за якого краще просушуються зерно й солома, особливо при забур'яненні і виляганні жита, і більш якісно можна провести обмолот. При запізненні із збиранням, коли вологість зерна знижується до 16-20 %, кращі результати дає пряме комбайнування. Жито, схильне до обсипання, потрібно збирати у стислі строки. Зібране зерно очищають, сортують, при потребі просушують і зберігають при вологості 14-15 % [24, 27].

1.2 Розрахунок технологічної карти

Відповідно до сучасних тенденцій при вирощування соняшнику пропонуємо розробити технологічну карту. Технологія є ґрунтозахисною, сприяє біоорганічному живлення ґрунту та руйнуванню плужної підшви, що має на меті зменшення деградації та ерозії ґрунтів. Посівна площа складає 50 га, планова урожайність 50 ц/га.

Перелік операцій (стовпчик 2) подається в технологічній послідовності їх виконання відповідно до хронології їх проведення. Фізичний об'єкт (стовпчик 3) подається у відповідності із запланованим об'єктом та кратністю виконання робіт.

Об'єкт тракторних робіт в умовних еталонних гектарах (стовпчик 4) визначається після заповнення стовпчика 13 діленням фізичного об'єму робіт (4) на

годинну продуктивність агрегату (13) і помноженням одержаного результату на еталонну продуктивність трактора, яка еквівалентна коефіцієнту переведення в умовні еталонні гектари.

Строки виконання робіт (стовпчики 6; 7) приймаються на основі агротехнічних вимог, багаторічних спостережень та передового досвіду у відповідності із кліматичними умовами зони, в якій знаходиться господарство. В

на цьому випадку це кліматичні умови центральної частини України					ДП.208.042.035.ПЗ		Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

		де, ϵ_p – годинна витрата палива на робочому режимі трактора, кг/год ;			Арк
Змн	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	

та холостому русі агрегату (0,85-0,9).

Загальна витрата палива (гр.21) розраховується у відповідності з об'ємом робіт:

$$Q = P_{\phi} \cdot g_a; \quad (1.8)$$

Затрати праці на одиницю роботи (гр.18) визначаються по формулі [13]:

M

$$Z_{ca} = \frac{M}{W_z}; \quad (1.9)$$

W_z

де, M – кількість обслуговуючого персоналу (гр.11) .

Загальні затрати праці при виконанні операції (гр.12).

$$Z = Z_{ca} \cdot P_{\phi}, \text{ люд.год.} \quad (1.10)$$

Ефективність розробленої технологічної карти характеризується такими важливими показниками як щільність механізованих робіт визначається:

$$C = \frac{Q}{\text{ум.ет.га}}$$

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де, $Q_{\text{ум.ет.га}}$ - кількість умовних еталонних гектарів ;
 $Q_{\text{га}}$ - кількість фізичних гектарів. де $\Sigma Z_{\text{п}}$ - затрати
 праці (Σ графи 22).

Витрата палива:

(1.12)

$$\frac{\Sigma q q}{Q Q_{\text{га}}} = \frac{q q_{\text{га}}}{Q Q_{\text{га}}}$$

де, Σq - витрата палива (Σ графи 20).

Аналізуючи експлуатаційні показники та порівнюючи нормативи можна зробити висновок, що майже всі експлуатаційні показники сільськогосподарських культур лежать в межах норми, відхиляючись в межах 20%, що при виконанні дипломної роботи цілком можливо.

Наведемо приклад розрахунку операції подрібнення стерні. Для даної сільськогосподарської роботи відповідно до умов господарства найбільше підходить машинно-тракторний агрегат у складі трактора Т-150+ПН-4,0. В середньому довжина гону становить 1000 м, змінна норма виробітку рівна 35,7 га, а норма витрати палива на одиницю роботи – 5,3 кг/га. Ці дані наведені в типових нормах виробітку на механізовані польові роботи та тракторно-транспортні і стаціонарні роботи [5, 29, 30, 31, 32].

Визначаємо кількість пального, яке потрібне на весь об'єм робіт:

$$100 \cdot 5,3 = 530 \text{ кг.}$$

Відповідно норм обслуговування агрегатів встановлюємо одного тракториста – машиніста, при однозмінній роботі машинно-тракторного агрегату.

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість обслуговуючого персоналу рівна одному трактористу-машиністу.

Кількість агрегатів, необхідних для виконання даної роботи визначаємо за формулою [20]:

$$\Omega = \frac{D_p \times T_d \times W}{n} \quad (1.13)$$

де, Ω – об’єм роботи; га, т, т·км.;

$W_{зм}$ – змінна норма виробітку, га;

T_d – тривалість робочого дня, год.;

D_p – кількість робочих днів за агротехнічні строки, $D_p=5$.

Тоді

$$n = \frac{50}{1 \times 10 \times 5,1} = 0,98.$$

Приймаємо один машино-тракторний агрегат.

Затрати праці на одиницю виконаної роботи визначаємо за формулою [21]:

$$B = \frac{(n^1 + n^2) T_d}{W_{зм}} \quad (1.14)$$

Де: T_d – тривалість зміни, год.; n_1 і n_2 – кількість основних і допоміжних працівників, люд.

Затрати праці для технологічної операції дискування складаються:

$$B = \frac{1 \cdot 10}{51} = 0,20.$$

Всі наступні сільськогосподарські операції в технологічній карті розраховуються в тій же послідовності, що й вище описаний приклад. Результати розрахунків записуємо в технологічну карту.

					ДП.208.042.035.ПЗ		
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КОНСТРУКТИВНА РОЗДІЛ ЧАСТИНА		
Розроб.	Ренкас						
Перевір.	Рябчук						
Н. Контр.	Вензовська				ЖАТФК гр. Аі-42		
Затверд	Руденко						

3.1 Огляд існуючих конструкцій молотильних апаратів сучасних зернозбиральних комбайнів

Молотильні апарати зернозбиральних машин призначені для відділення зерна від хлібної маси. Чим більший діаметр барабана, його довжина і кут обхвату, тим більша продуктивність молотильного апарата, оскільки збільшується площа сепарації і кількість хлібної маси, що проходить у молотильному зазорі.

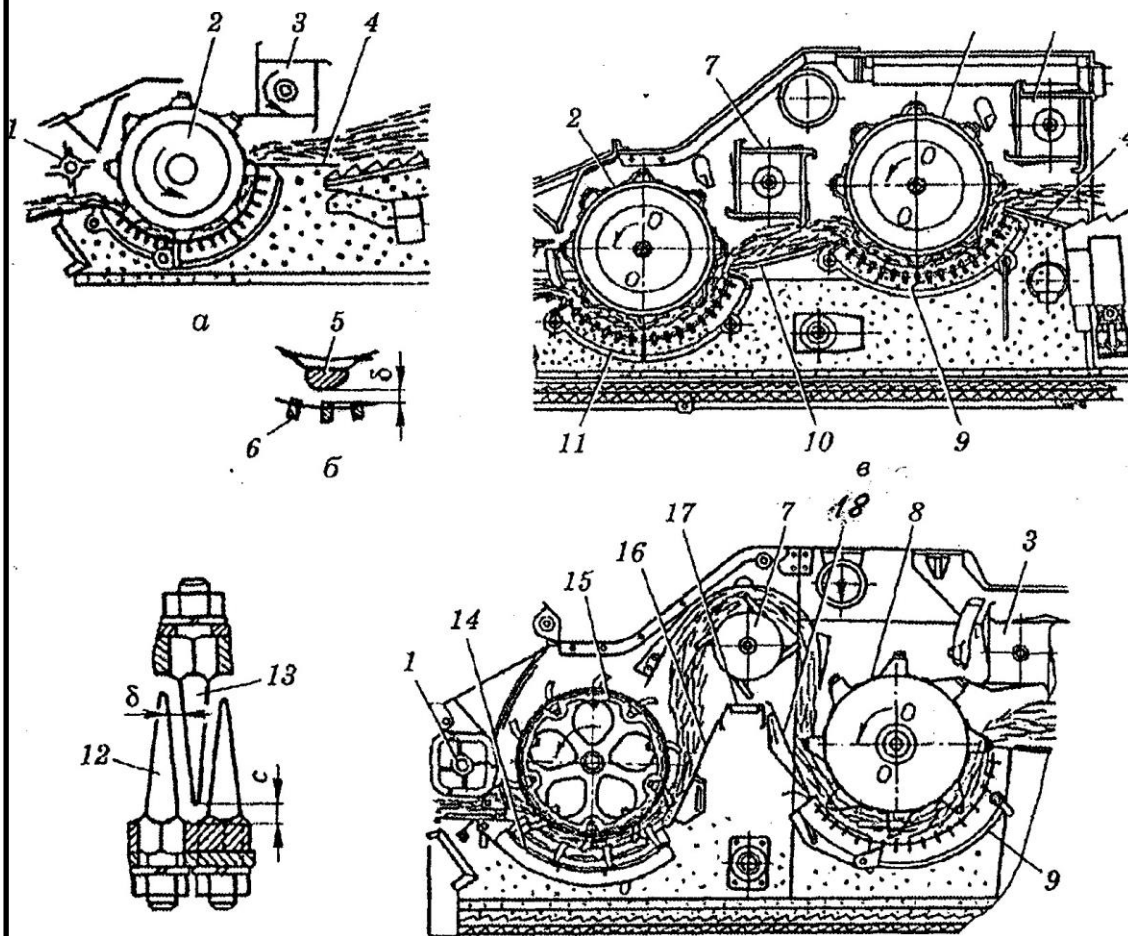


Рис. 2.1 Схеми молотильних апаратів вітчизняної техніки та країн СНД [7]

ЛП.208.042.035.ПЗ

Арк

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
-----	------	----------	--------	------	--

а - комбайна СК-5М «Нива»; б - замірювання зазорів у бильному апараті; в - комбайна «Енисей-1200» г - замірювання зазорів у зубовому апараті; д - двобарабанний з першим зубовим і другим бильним й верхнім розміщенням проміжного бітера комбайнів «Колос», «Енисей»; 1 - приймальний бітер; 2 - бильний барабан; 3 - відбійний бітер; 4 - пальцева решітка; 5 - біло барабана; 6 - планка підбарабання; 7 - проміжний бітер; 8 - другий бильний барабан; 9 і 11 - підбарабання; 10 і 17 - сепарувальні решітки; 12 - зуб підбарабання; 13 - зуб барабана; 14 - підбарабання зубове; 15 - зубовий барабан; 16 і 18- напрямні щитки

На рис. 2.1 показані типові схеми*поперечно-потоккових молотильно-сепарувальних пристроїв (МСП) молотарок зернозбиральних комбайнів, які найбільш широко використовують нині в Україні, а на рис. 2.2 - МСП, що підвищують пропускну здатність молотарок комбайнів зарубіжних фірм.

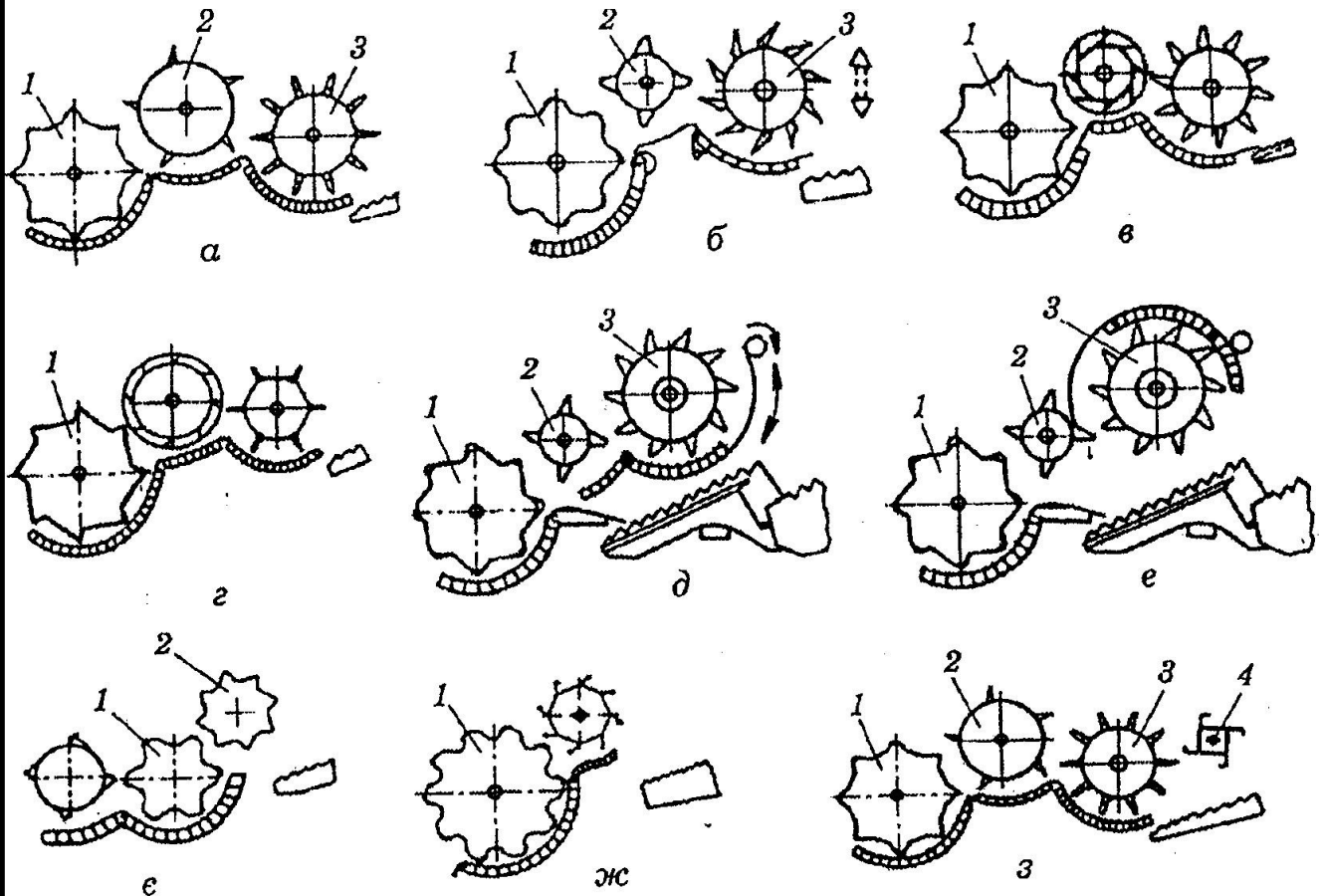


Рис. 2.2 Молотильні апарати світових лідерів комбайнобудування [17]

а і з - Форд Нью Холланд; б - Дойтц Фар; в - МДВ; г - Массей Фергюсон; д і е - Фіатагрі; є - Клаас; ж - Джон Дір; 1 - молотильний барабан; 2 - проміжний бітер; 3 - сепарувальний барабан; 4 - відбійний бітер

У поперечно-потоккових МСП збільшення кута обхвату обмежується з конструктивних міркувань, а довжина барабана - допустимими габаритами по

Ротор 4 (рис. 2.3) таких молотарок має вигляд пустотілого циліндра у вхідній частині якого розміщені хрестовина і лопаті. В передній частині циліндра (зоні обмолоту) закріплені рифлені криволінійні і короткі прямолінійні била. В задній частині циліндра (в зоні сепарації) закріплені прямі гладенькі била.

Одна третя частина довжини ротора - це зона обмолоту, а дві третіх - це зона сепарації, тобто зона відокремлення соломи від зерна. В зоні обмолоту ротор охоплює Молотильна решітка з кутом обхвату ротора 200° і більше. В сепарувальній зоні ротор охоплює решітка пруткового-планчастого типу [28].

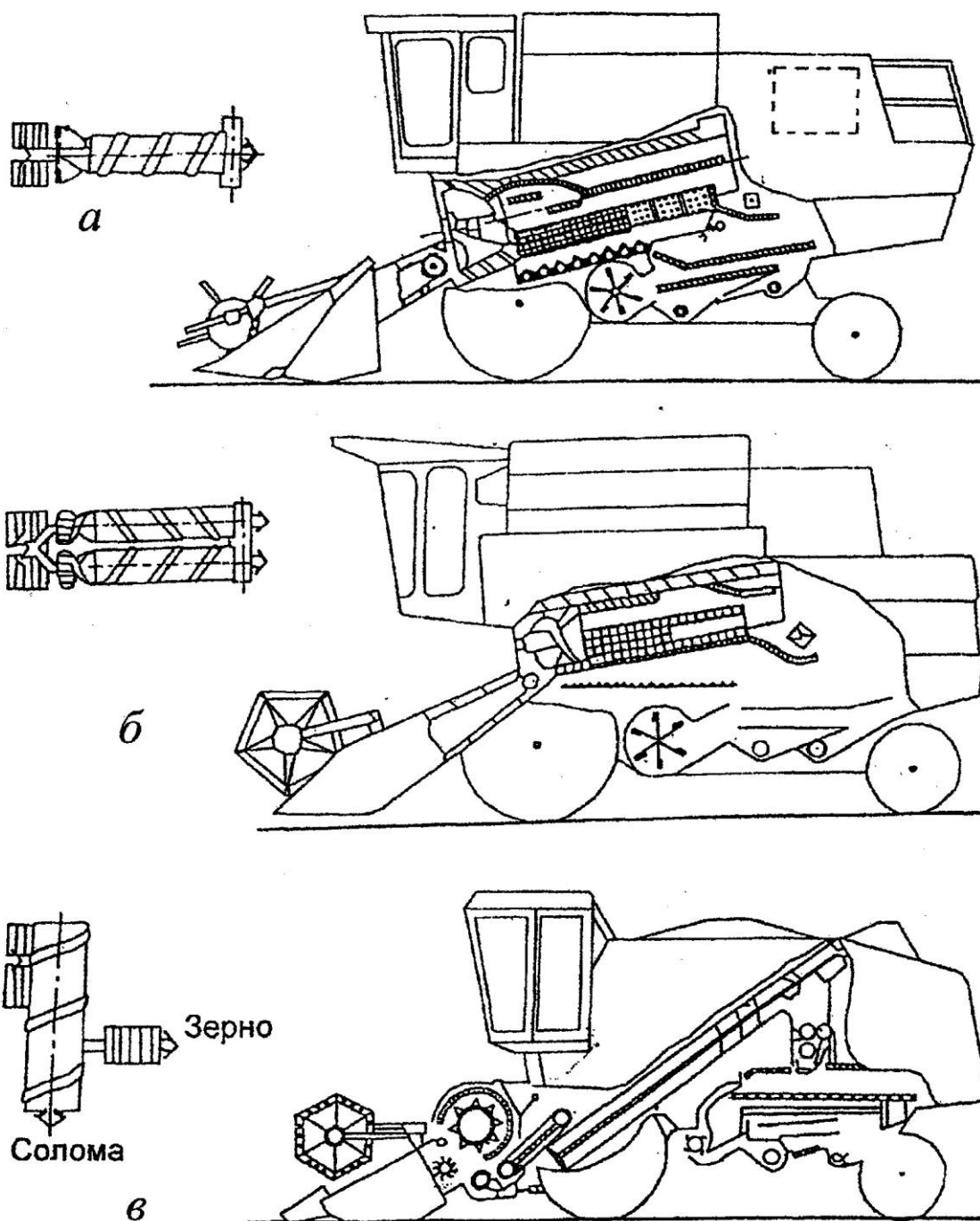


Рис. 2.3 Схеми молотарок з моноблоковим МСП [7]

ДП.208.042.035.ПЗ

а - однороторний з аксіальною поданою; б - двороторний з аксіальною поданою; в -

Ротор відносно решіток розміщений ексцентрично. Працює молотильно-сепарувальний пристрій (МСП) в такий спосіб. При обертанні ротора його лопаті захвачують хлібну масу і спрямовують її в молотильний зазор. Завдяки криволінійним білам і ексцентричному розміщенню ротора, хлібна маса набуває гвинтоподібного руху і спрямовується до вихідного зазору (2-35 мм) молотильних секцій. Біла ротора, взаємодіючи з робочою поверхнею молотильної і сепарувальної решіток та напрямними ребрами на внутрішній поверхні кожуха, обмолочують, сепарують і транспортують хлібну масу. Після обмолоту і сепарації дрібний ворох надходить на очистку, а соломка виштовхується ротором у вихідне вікно [17].

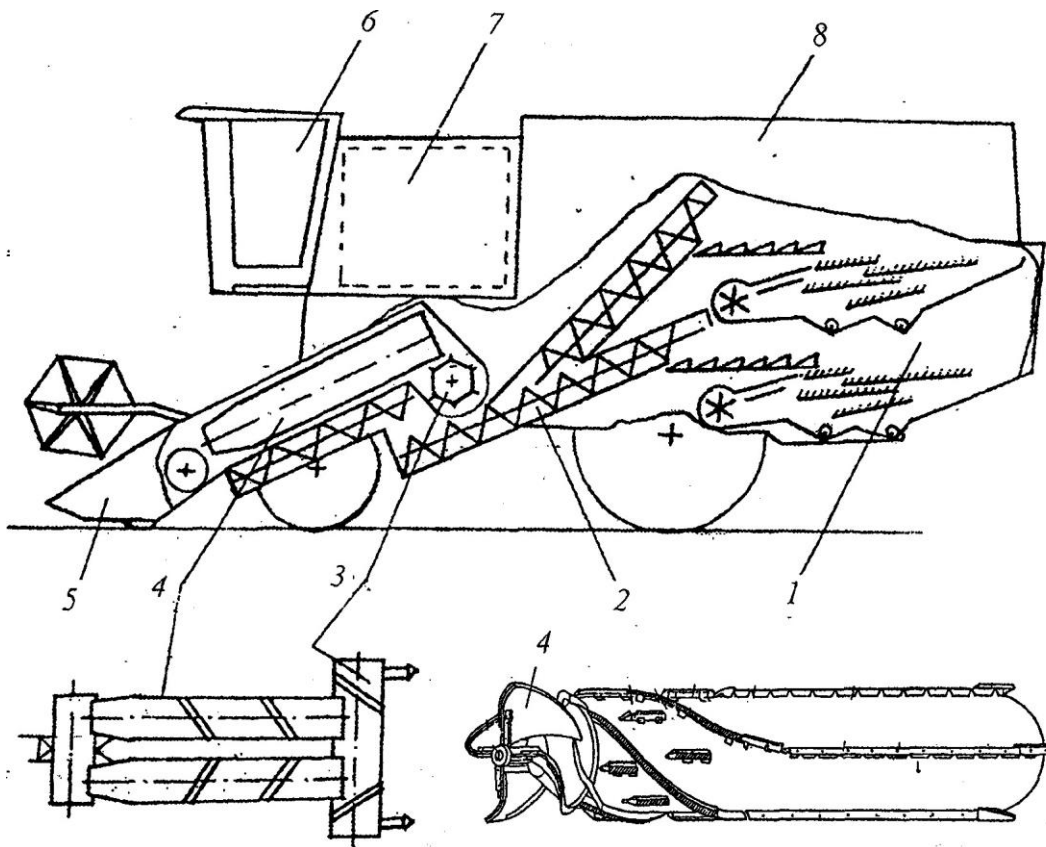


Рис. 3.4 Технологічна схема комбайна «Arcus-2500» фірми Case IH

1 - повітрорешітна очистка; 2 - шнек дрібного вороху; 3 - бітер соломи; 4 - аксіальні ротори; 5 - жатка; 6 - кабіна; 7 - моторна установка; 8 - зерновий шнек

Діаметр ротора в аксіально-роторних МСП знаходиться в межах 550...770 мм.

У МСП з двома роторами діаметр ротора дещо менший (440 мм). Довжину ротора у більшості випадків приймають 2240 мм, 2600; 3100 мм. Частота обертання ротора знаходиться в межах 295-950 об/хв.

Лінійна швидкість бил ротора така ж як і у бильних молотильних барабанів, розміщених поперек молотарки, тобто до 36 м/с. Швидкість переміщення хлібної маси у роторних комбайнів складає близько 30 % лінійної швидкості бил.

Шлях, яка проходить хлібна маса у просторі між ротором і кожухом, довший у 4,5-5,5 рази, ніж між барабаном - і підбарабанням бильного чи зубового молотильного апарата. Завдяки цьому забезпечується висока якість обмолоту при зазорах в 3-4 рази більших, ніж у барабанних апаратах. При збільшених зазорах забезпечується обмолот з меншим (в 2-3 рази) травмуванням зерна.

2.2 Патентний пошук за темою проекту

Розглянемо винахід, відомий за патентом № 2048736 Липовська М.І. Технічним завданням пропонованого винаходу є підвищення інтенсивності обмолоту. Вказана задача вирішується тим, що в молотильний пристрій, що містить циліндричний молотильний барабан, забезпечений розташованими по його твірній підставками з рядами вигнутих зубів однакової довжини із загальними підставами у кожному ряду. Принаймні, на двох протилежних підставах перед зубами встановлена планка, нижня і задня поверхні якої звернені відповідно до основи і зубів, а робоча поверхня виконана опуклою (рис. 2.18) [17].

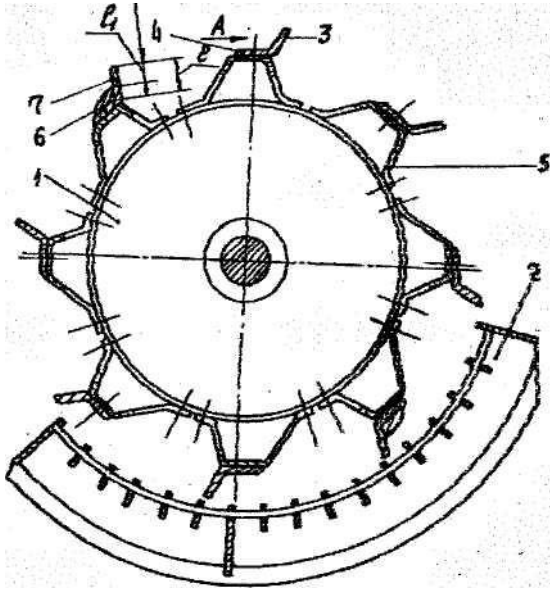
					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рис. 2.18 Схема молотильного апарата по патенту

№2048736

1 - барабан, 2 - гратчаста дека, 3 - вигнутий зуб, 4 - підстава, 5 - корпус, 6 - планка, 7 - підстава.

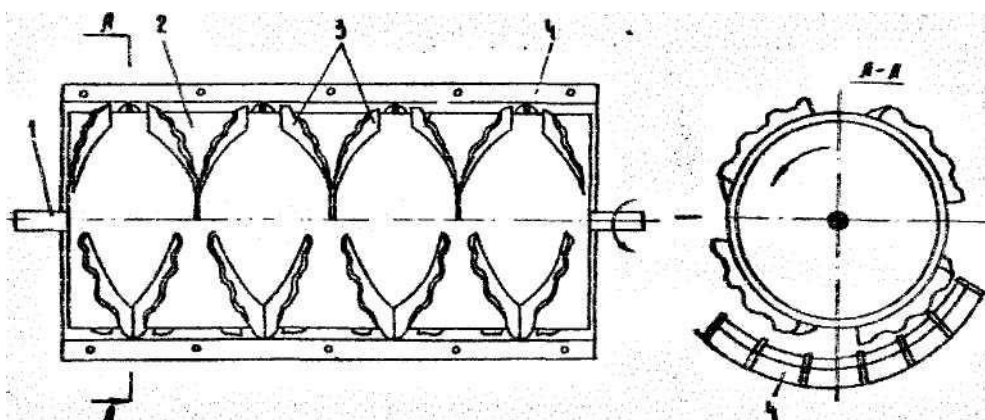
Рослинна маса на вході в молотильний пристрій піддається обмолоту вільними ударами зубів 3 і підстав 4 і відкидається на деку 2. На вході обмолочується велика частина зерна. Відкинута до поверхні деки маса при просуванні її під дією зубців 3 і 7 піддається подальшому обмолоту ударами і витиранням. Одночасно з обмолотом відбувається сепарація зерна і дрібних домішок через отвори деки 2.



Такий молотильний пристрій через вигнуті зуби піддає хлібну масу інтенсивному обмолоту, що призводить до дроблення зерна.

Розглянемо молотильно-сепаруючий пристрій, розроблений Всесоюзним інститутом механізації сільського господарства. Метою винаходу є інтенсифікація обмолоту і зниження травмування зерна.

Молотильний барабан виконаний у вигляді закритого циліндра. На його поверхні розміщені обмолочувальні елементи у вигляді клинів, утворених зубчастими секторами, встановленими в чотири ряди з однаковим кроком у всіх рядах. Клини кожного ряду зміщені щодо сусідніх рядів на половину кроку, а відстань між клинами в ряду менше ширини клина (рис. 2.19).



Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.208.042.035.ПЗ

Арк

1 - вал, 2 - циліндр барабана, 3 - молотильні клини, 4 - дека

Технологічний процес роботи молотильного барабана протікає в такий спосіб. При обертанні барабана 2, зубчасті клини 3 одного з рядів вдаряють по хлібній масі та протягують її по деці 4, а потім діють клини наступного ряду. Таке поперемінне вдарання зубчастих клинів 3 на хлібну масу інтенсифікує процес обмолоту, а зсув маси в протилежні сторони при впливі кожним рядом клинів 3 покращує сепарацію обмолоченого зерна через ґрати деки 4.

Перевагою такого барабана, в порівнянні з серійними, є те, що він значно знижує дроблення і пошкодження зерна. Конструкція цього барабана може бути використана при розробці комбайна для збирання насіннєвих посівів. Одним з недоліків можна виділити складність виготовлення і встановлення на барабан обмолочуючих клинів.

Розглянемо винахід по авторському свідоцтву, заявленому Свердловою Н. А. Мета даного винаходу інтенсифікувати процес обмолоту, а, отже, і підвищити продуктивність комбайна.

Молотильні пристрої запропоновані для вирішення такого завдання, містять підбарабання і молотильний барабан, на валу якого встановлено флянці. У них вставлені по колу і рядами уздовж вала пружні підбичники у вигляді прутків по з'єднанню типу «хвіст ластівки». Між підбичниками встановлені пружини, що оберігають їх від зламу при перевантаженнях молотильного апарата. На кінцях підбичників встановлені бичі (рис. 2.20).

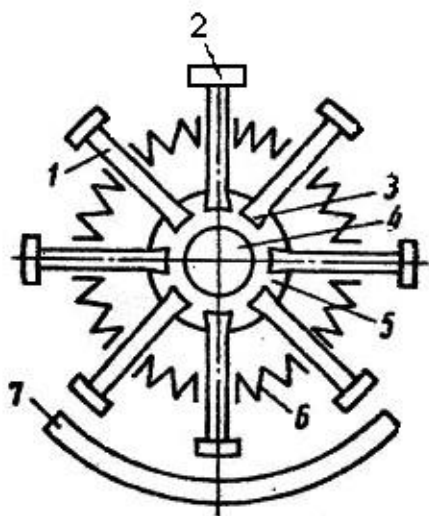


Рис. 2.20 МСП з рухомими бичами по авторському свідоцтву № 1301348

1 - підбичник, 2 - бич, 3 - місце з'єднання, 4 - вал, 5 - фланець, 6 - пружина, 7 - підбарабання

У процесі обмолоту, при дії бича 2 на масу відбувається його відхилення в бік, протилежний обертанню барабана через тертя об масу.

При цьому підбичник 1 згинається. Після проходу бичем 2 поперечної планки підбарабання 7 підбичник

коливається і за допомогою пружини 6 повертається в початкове положення. При цьому маса між планками підбарабання 7 вібрує, що призводить до додаткового обмолоту. При підході підбичника 1 до наступної планки підбарабання 7 тертя між ними і масою збільшується, і знову відбуваються відхилення бича і вигин підбичника 1. Після проходу планки бич 2 починає коливатися на підбичниках 1.

Конструкція цього молотильного апарату, крім простого обмолоту, дозволяє здійснювати вібраційний додатковий домолот. Це не тільки підвищує продуктивність молотильного пристрою на 10-12%, але і за рахунок вібрації маси покращує сепарацію зерна і зменшує його травмування. Недоліком, звичайно, є те, що сильні вібрації в МСП небажані.

Розглянемо винахід за патентом, заявлений Федоровою О.А. Завдання, на вирішення якої спрямовано винахід - підвищення якості обмолоту зерна. Вказана задача вирішується тим, що МСП включає забезпечений бичами на підбичниках обертовий барабан, змонтований за допомогою встановлених шпонок на валу. Вал барабана за допомогою клинопасового варіатора і редуктора з'єднаний з джерелом потужності для його приводу із заданою частотою обертання. Під барабаном розміщена прутково-планчаста дека. Дека на рамі молотарки змонтована за допомогою механізму для зміни молотильних зазорів між першою планкою на вході, і останньою планкою на виході (рис. 2.21).

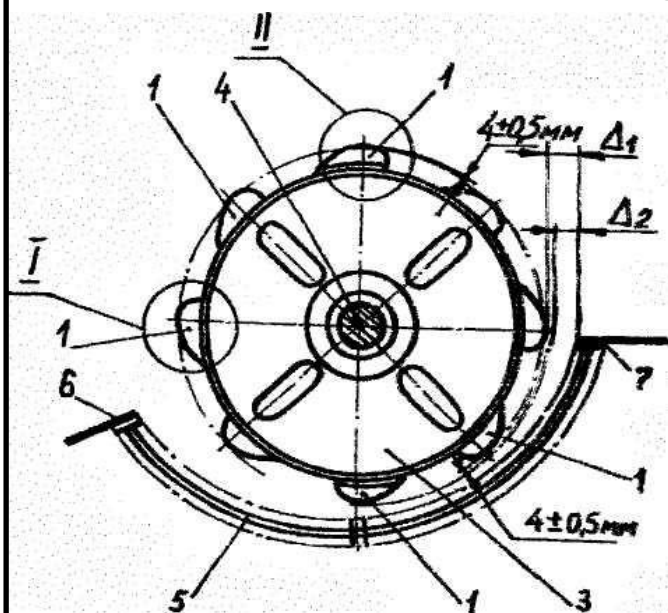


Рис. 2.21 МСП по патенту №2181237.

1 - бич, 2 - підбичник, 3 - барабан, 4 - вал, 5-дека, 6 - перша планка, 7 - остання планка

Виступаючим бичем 1 виконується удар по хлібній масі на першій планці 6 деки 5. За рахунок ударної дії обмолочують в даній частині

до 70 % хлібної маси. Далі цим же бичем 1 за рахунок рифів хлібна маса інтенсивно перерозподіляється по ширині деки 5, а важкообмолочуване зерно витирається з колосків і через просторову соломисту решітку прямує у бік отворів між прутками і планками деки 5. Найбільш жорсткий режим роботи виступаючого бича 1 відбувається на передостанній і останній планках деки 5. Залишки зерна витираються на останній планці 7 деки 5. Встановлені за виступаючим бичем 1 всі наступні бичі 1 працюють в сталому режимі. Обмолочені стебла переміщуються по поверхні деки 5 в молотильному просторі з трохи меншою швидкістю, ніж при дії виступаючого бича 1. Цим досягається впуснення шару оберемка в міжбичовому просторі двох суміжних бичів 1.

За рахунок того, що хоча б один бич превалює над іншими суміжними бичами, досягається, зазначений вище, технічний результат, тобто даний пристрій знижує дроблення і мікропошкоджень обмолочують зерна.

Недоліком даного винаходу є те, що при попаданні твердого предмета або великої порції хлібної маси, регульовані бичі відхиляються, тим самим зменшується надійність апарату.

Розглянемо винахід по авторському свідоцтву, заявленому Кубанським сільськогосподарським інститутом. Мета винаходу - інтенсифікація процесів обмолоту і сепарації. Це забезпечується тим, що поздовжні секції деки виконані з поперечними секціями, причому кожна консольно та шарнірно прикріплена до рами, а їх вільні кінці підпружинені [3].

Порція обмолочуваної маси під дією робочих органів барабана 1, рухаючись в підбарабання, у міру зменшення молотильного зазору, піддається нормальним зусиллям стиснення, гранична величина яких визначається властивостями обмолочуваної маси і жорсткістю пружних елементів 6 секції 3.

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

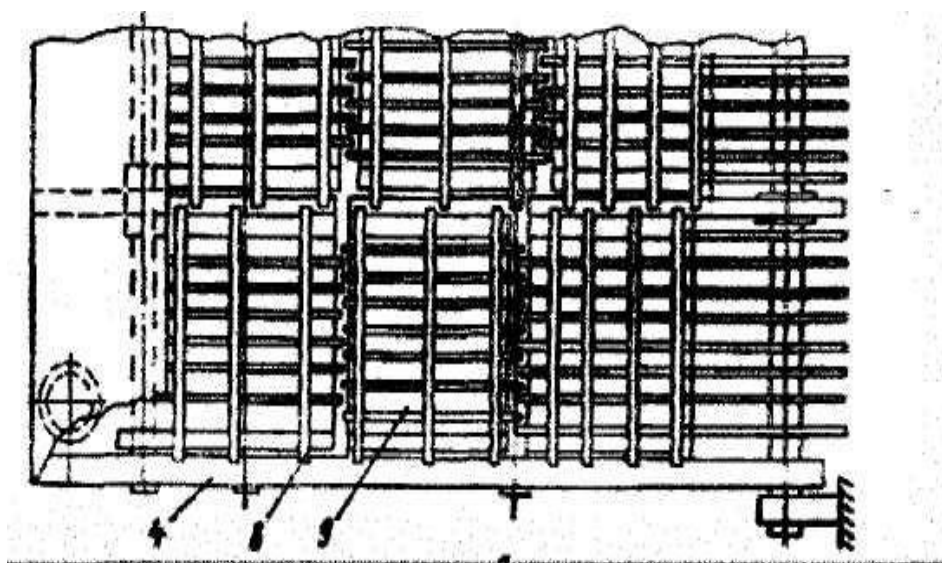
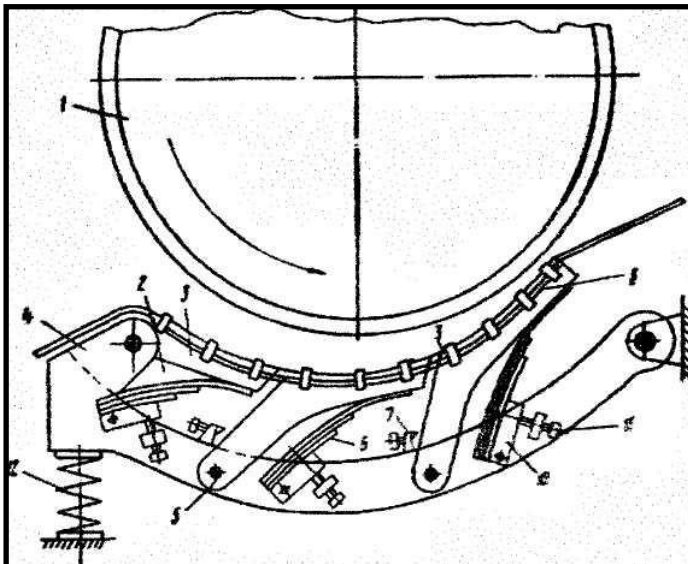


Рис. 3.22 МСП по А. С. №757135 [3]

1 - барабан, 2 - дека, 3 - секція, 4 - рама, 5 - вісь, 6 - пружний елемент, 7 - упор, 8 - планка, 9 - пруток, 10 - колодка, 11 - регулювальний болт, 12 - пружна підвіска

Зі зміною товщини шару хлібної маси по ширині та довжині деки 2 змінюються відповідно і молотильні зазори внаслідок коливань секції деки, а напруги стиску потоку залишаються практично постійними до повного обтиску секції від барабана, яке відбувається при значних подачах. Таким чином, при деякому значному діапазоні подач по ширині та довжині деки 2 обмолот відбувається досить інтенсивно і рівномірно у всіх секціях.

Недолік винаходу в тому випадку, коли в підбарабання потрапляє великий, твердий предмет або товстий шар обмолочуваної маси,

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У цьому випадку віджимаються ті секції по яких вони рухаються, в результаті чого відбувається порушення процесів обмолоту.

Розглянемо авторське свідоцтво, заявлене Головним конструкторським бюро Виробничого об'єднання «Ростсільмаш». Мета винаходу - підвищення стабільності сепарації та зменшення налипання маси на бічних гранях поперечних планок при прибиранні в умовах підвищеної вологості шляхом розміщення планок сепарації зерна.

Кожні суміжні поперечні планки розміщені одна відносно іншої на відстані в 2,7-3,3 рази більше висоти п планки, ширини планки знаходиться в межах $l < l_1 < 3 l$.

Вісь отвору для поздовжніх прутків розділяє планки на частини, які знаходяться в співвідношенні (0,5-0,7): 1,0; причому більш високою частиною планка звернена до барабана.

Розглянемо двохбарабанный молотильний апарат, з новою декою запропонований інженером Фадєєвим В.С. Тюменського сільськогосподарського інституту. Дана конструкція молотильного апарата містить барабан, закріплений на рамі, транспортер і приймальний бітер, який подає хлібну масу на плоску секцію встановлену по дотичній до барабана, а криволінійна секція - уступом до неї.

Подавана транспортером 5 хлібна маса переміщається приймальним бітером 2 на плоску секцію 3, де відбувається основний, підвищений обмолот. Досягається це тим, що плоска секція на ділянці довжиною 120..150 мм ґратчаста, що забезпечує сепарацію частини вимолоченого зерна, знижує число його пошкодженність при зазорах між планками і бичами барабана 1, покращує вимолот зерна за рахунок кращого контакту бичів з нижнім колоссям.

Домолот хлібної маси проводиться в кінцевій частині криволінійної секції 4. Застосування такого барабанно-декового пристрою підвищує пропускну здатність, покращує надійність процесу обмолоту і інші показники роботи молотарки зернозбирального комбайна (рис. 2.23).

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

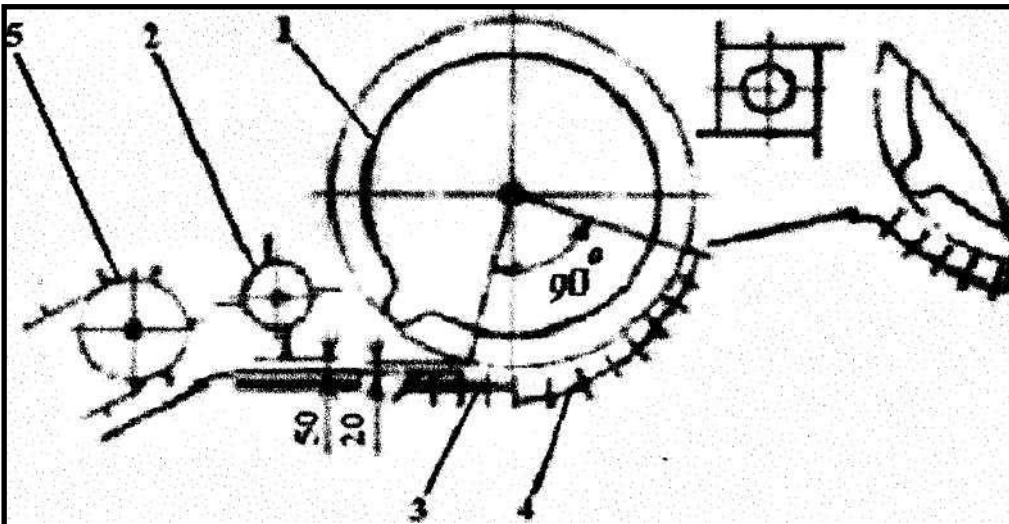


Рис. 2.23 Схема МСП інженера Фадєєва В.С.

1 - барабан, 2 - приймальний бітер, 3 - плоска секція, 4 - криволінійна секція, 5 - похилий транспортер

Крім того, відзначено мале перебивання соломи, обумовлене дотичним входом хлібної маси і малій довжині підбарабання.

Недоліком є те, що дроблення зерна в залежності від збільшення подачі хлібної маси знижується, але межа подачі 6..8 кг/с намічає мінімум функції. Необхідно відзначити, що при подачі 4 кг/с, частота обертання барабана 1200 хв^{-1} , дроблення зерна становить 0,22%, а при малих подачах сепарація зерна плоскої секції досягає 3840%, а дроблення його значно нижче.

На основі аналізу молотильно-сепаруючих пристроїв можна зробити наступні висновки:

- у зернозбиральних комбайнах, які випускаються серійно домінуючою схемою молотильного пристрою залишається тангенціальна.
- схеми аксіальних молотильно-сепаруючих пристроїв переважають в конструкціях Північно-Американських фірм.
- для більш високого обмолоту доцільне застосування двухбарабанных молотильних апаратів.
- зернозбиральні комбайни з транспортерними, пневмо-інерційними, і вібраційними молотарками не випускаються.

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Обґрунтування модернізації конструкції МСП комбайна «Енисей-1200»

З відомих молотильних пристроїв на практиці найбільшого поширення набули схеми з тангенсійною та аксіальною подачею хлібної маси в молотильний апарат. Необхідно відзначити, що молотильно-сепаруючі пристрої з аксіальною подачею застосовуються переважно американським фірмами, у яких цим молотильно-сепаруючим пристроєм оснащені до 30% моделей комбайнів, тоді як європейськими фірмами - лише 3%. При цьому тангенсійні молотильні пристрої набули найбільшого поширення в нашій країні - більше 80%. Таке поширення даної схеми отримано за рахунок високої продуктивності, відносно невеликий потужності, а також меншому подрібненні соломи і дробленню зерна. Необхідно відзначити, що перевагою тангенсійного молотильного апарату залишається простота виготовлення, а також установка і експлуатація.

На рис. 2.24 представлена конструкція двобарабанного молотильного апарату, всі елементи якого уніфіковані з елементами однобарабанного апарату.

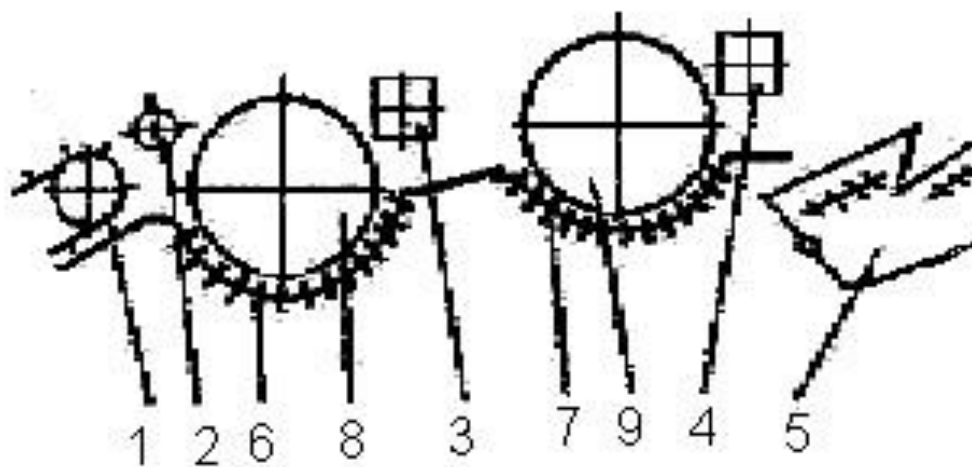


Рис. 3.24 Принципова схема проектного МСП

1 - транспортер, 2 - приймальний бітер, 3 - проміжний бітер, 4 - відбійний бітер, 5 - соломотряс, 6 - перша дека, 7 - друга дека, 8 - перший барабан, 9 - другий барабан

Особливості технологічного процесу двоступінчастого обмолоту, здійсненого в двобарабанних комбайнах, полягають у наступному. У першому молотильному апараті застосовують меншу частоту обертання і більш значні зазори між барабаном і декою, ніж у другому молотильному апараті.

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Завдяки цьому тут відбувається обмолот і виділення декою найбільш стиглих, великих і легкообмолочуваних зерен. Другий молотильний апарат, навпаки, регулюють на більш значну частоту обертання і на менші зазори, ніж в першому молотильному апараті. В результаті тут відбувається остаточний вимолот зерна та подальше виділення через отвори деки.

Розглянута схема підтвердила свою надійність, а також гарні якісні показники шляхом довголітньої експлуатації, Застосування і далі таких схем, а також їх удосконалення знайде своє місце в нових зернозбиральних комбайнах.

Відомо молотильно-сепаруючий пристрій комбайна «Енисей-1200», що містить два барабани (діаметром 550 мм), дві односекційні деки, з кутом обхвату барабана 127°, проміжний бітер, сепаруючі решітки, відбійний бітер і направляючі решітки.

Багаторічний досвід експлуатації даного молотильного пристрою показав, що обмолот зернових і зернобобових культур проводять двома однаковими по конструкції барабанно-дековими пристроями з різними режимами обмолоту. Колова швидкість бичів першого барабана зменшена на 10-15%, молотильні зазори на вході збільшені на 10%, а на виході на - 25%. Чим менша частота обертання першого барабана, тим краще реалізується сутність двофазного обмолоту, але при цьому значно знижується пропускна здатність всього МСП і збільшується число порушень процесу обмолоту.

В даному дипломному проєкті пропонується молотильно-сепаруючий пристрій, що дозволяє підвищувати продуктивність, а також рівномірно розподіляти хлібну масу по всій поверхні підбарабання. Для досягнення зазначених цілей у першому молотильного апарату змінена конструкція деки і барабана.

Конструкція деки, відповідно до рис. 3.25 являє собою дві зварені секції, таким чином, що плоска секція 3 встановлена по дотичній до барабана, а криволінійна 4 - уступом до неї.

Турбінний барабан 1 відповідно складається з чотирьох секцій, кожна з яких має вигляд конструкції більшого барабана. Кожна секція повернена щодо попередньої, так, що бич 12 був зміщений на чверть щодо бича 11.

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструкції другого молотильного апарата в порівнянні з серійною модифікацією залишилися без змін.

Хлібна маса подається транспортером 9 на направляючу плиту 14 здавлюється приймальним бітером 6 тим самим, сприяючи початковому відділенню зерна від соломи, і протаскується на прямолінійну секцію 3, де і відбувається підвищений обмолот через ґрати. В кінці прямолінійної секції 3 обмолочувана маса стискається турбінним барабаном 1, який, багаторазово б'ючи її, протягує на криволінійну секцію 4, і відбувається розрівнювання, так як конструкція барабана 1 створює поздовжньоосьової зворотньо-поступальний крутний момент по всій його довжині. Так як секція 4 трохи нижче секції 3, то обмолочувана маса знову піднімається і вже тут відбувається основний обмолот через ґрати криволінійної секції 4.

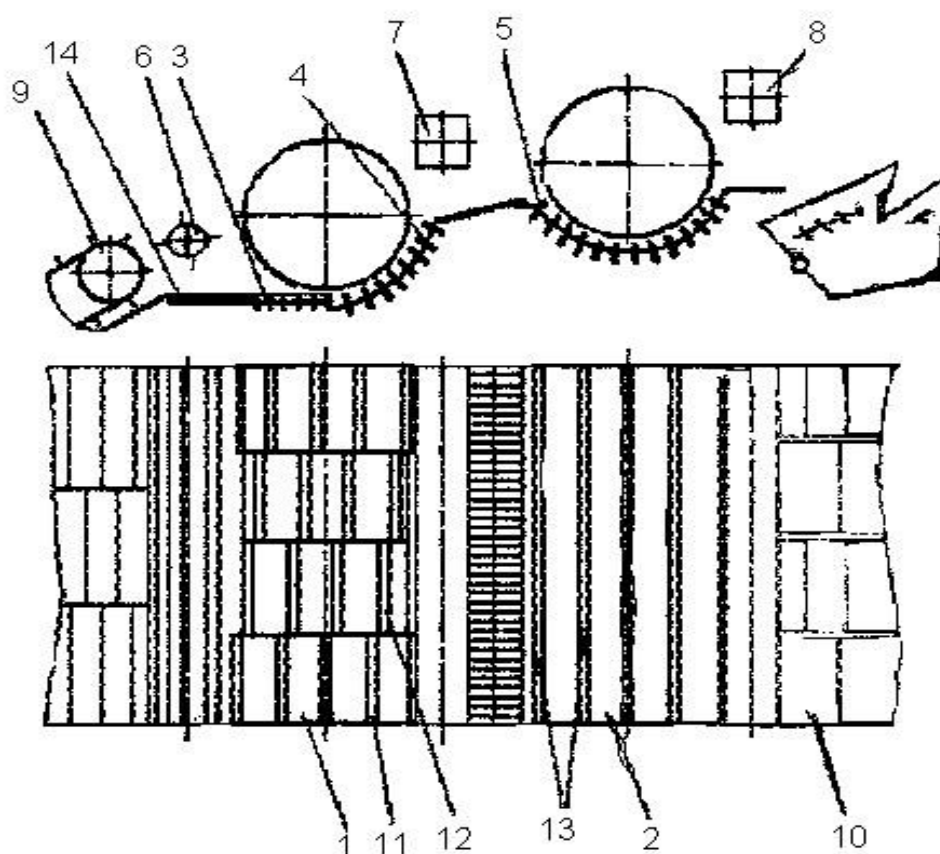


Рис. 3.25 Схема модернізованої молотарки

1 - турбінний барабан, 2 - молотильний барабан, 3-прямолінійна секція, 4 - криволінійна секція, 5-дека, 6 - приймальний бітер, 7 - проміжний бітер, 8-відбійний бітер, 9-транспортер, 10-соломотряс, 11 - бич першої секції, 12-бич другій секції, 13 - бичі другий барабан, 14 - напрямна плита

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Домолот, відбувається в кінцевій частині секції 4, так як хлібна маса знову стискається через те, що зазор на вході менше, ніж на виході і протаскується по криволінійній секції 4.

Подавана транспортером 9 хлібна маса переміщається прийомним бітером 6 на прямолінійну секцію 3, де відбувається основний, підвищений обмолот, так як вона на ділянці довжиною 120-150 мм ґратчаста. Далі, рухаючись по поверхні прямолінійної секції 3, хлібна маса протаскується турбінним барабаном 1 по поверхні криволінійної секції 4, де відбувається, обмолот менш стиглих зерен, завдяки тому, що бичі 11 виконані зі зміщенням відбувається розрівнювання хлібної маси. Другий молотильний апарат домолочує хлібну масу, протягуючи її барабаном 2 по поверхні деки 5 і б'ючи бичами 12. Після чого обмолочена маса подається на соломотряс.

Даний МСП підвищує пропускну здатність і дозволяє розрівнювати хлібну масу, завдяки чому працює без забивання, а, отже, підвищується продуктивність комбайна в цілому.

2.4 Розрахунок технологічних параметрів молотарки

Хлібна маса з приведеним співвідношенням зерна до соломи 1/1,5 подається транспортером в молотарку пропускною спроможністю 7 кг/с. Далі вона потрапляє в першу деку, де відбувається виділення зерна. Наступний етап обмолот у другій деці. Виходячи з деки на соломотряс відбувається остаточне виділення зерна із соломи.

Нижче наведена схема розподіл подач.

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

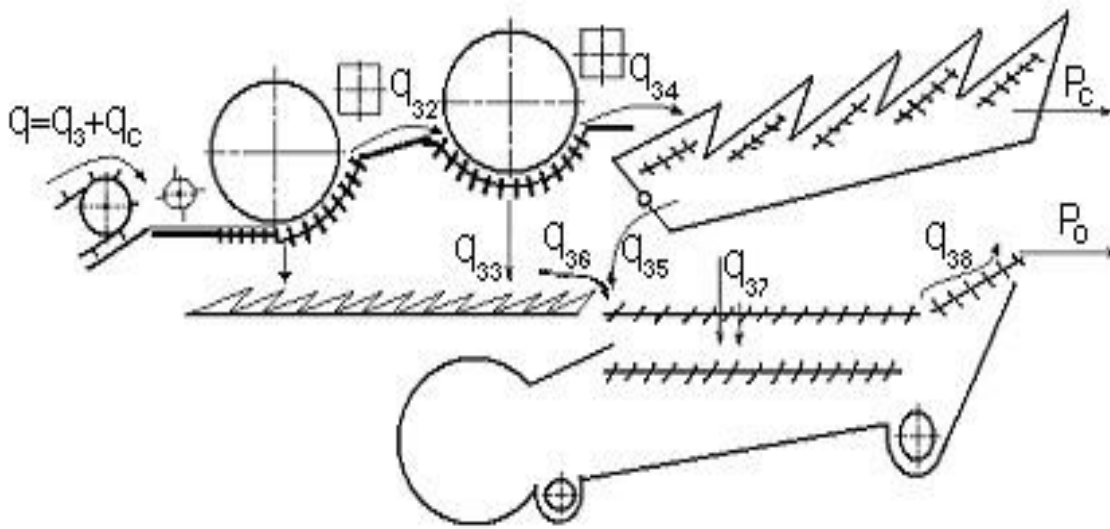


Рис. 3.26 Схема руху зерносоломистого вороху в МСП

Визначимо подачу зерна в МСП [6].

$$q_z = q \cdot \lambda, \quad (2.1)$$

де, λ - коефіцієнт вмісту зерна в соломі ому воросі.

1

$$\lambda = \frac{1}{1 + 1.5} = 0,4$$

Тоді:

$$q_z = 7 \cdot 0,4 = 2,8 \text{ кг/с}$$

$$q_c = q - q_z, \quad (2.2)$$

$$q_c = 7 - 2,8 = 4,2 \text{ кг/с.}$$

Визначимо подачу маси на обмолот з першої на другу. Для цього використаємо дані випробувань Фадєєва В.С. ним встановлено, що за пропускної здатності 7 кг/с сепарація складатиме 80% при 1200 об/хв і 74% при 1050 об/хв. [15]. Тоді вимолот зерна першої деки при фазах обмолоту 1200 об/хв та 1050 об/хв складатиме відповідно:

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q_{31} = q_{3.80} / 100 \text{ кг/с}; \quad q''_{31} = q''_{3.74} / 100 \text{ кг/с}, \quad (2.3)$$

$$q'_{31} = 2,82.80 / 100 = 2,24 \text{ кг/с}; \quad q''_{31} = 2,82.74 / 100 = 2,072 \text{ кг/с}$$

Відповідно подача на друге підбарабання складатиме:

$$q_{32} = q_{31} - q_{33}, \quad (2.4)$$

$$q_{32} = 2,8 - 2,24 = 0,56 \text{ кг/с}; \quad q''_{32} = 2,8 - 2,072 = 0,728 \text{ кг/с}.$$

Сходження зерна на соломотряс.

$$q_{34} = q_{32} \cdot e^{-\mu_D \cdot \alpha_D}, \quad (2.5)$$

де, μ_D — коефіцієнт сепарації зерна в МСП; α_D

— кут обхвату підбарабання.

$$\alpha_D = 148^\circ, \quad \mu_D = 0,0115 \text{ 1/град}$$

$$q'_{34} = 0,56.2,72^{-0,0115 \cdot 148} = 0,102 \text{ кг/с} \quad q''_{34} =$$

$$0,728.2,72^{-0,0115 \cdot 148} = 0,113 \text{ кг/с}.$$

Втрати зерна за соломотрясом:

$$P_c = q_{34} \cdot e^{-\mu_c \cdot L_c}, \quad (2.6)$$

де, μ_c — коефіцієнт сепарації зерна на соломотрясі;

L_c — довжина соломотряса, $L_c = 3,6 \text{ м}$

$$P_c = 0,102.2,72^{-1,8.3,6} = 0,00001558 \text{ кг/с}$$

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_c = 0,113 \cdot 2,72^{-1,8 \cdot 3,6} = 0,00001726 \text{ кг/с},$$

Визначимо подачу на транспортну дошку.

$$q_{36} = q_{31} - q_{33} + q_{35}, \quad (3.7)$$

$$q_{33} = q_{32} - q_{34}, \quad (3.8)$$

$$q_{33} = q_{34} - P_c, \quad (3.9)$$

$$q'_{33} = 0,56 - 0,102 = 0,458 \text{ кг/с}; \quad q''_{33} = 0,728 - 0,113 = 0,615 \text{ кг/с}.$$

$$q'_{35} = 0,102 - 0,00001558 = 0,10198 \text{ кг/с}; \quad q''_{35} = 0,113 - 0,00001726 = 0,11298 \text{ кг/с}.$$

$$q'_{36} = 2,24 + 0,458 + 0,10198 = 2,8 \text{ кг/с}; \quad q''_{36} = 2,072 + 0,615 + 0,11298 = 2,73 \text{ кг/с}.$$

Подача зерна на верхнє решето.

$$q_{37} \text{ кг/с} = q_{36} \text{ кг/с}, \quad (2.10)$$

$$q'_{37} = 2,8 \text{ кг/с}; \quad q''_{37} = 2,73 \text{ кг/с}.$$

Подача зерна на подовжувач:

$$q_{37} = q_{37} \cdot e^{-\mu_p \cdot L_p}, \quad (2.11)$$

де, μ_p — коефіцієнт сепарації зерна на решеті, $\mu_p = 0,41 \text{ м}^{-1}$

L_p — довжина решета, $L_p = 1,14 \text{ дм}$.

$$q'_{38} = 2,8 \cdot 2,72^{-0,41 \cdot 1,14} = 0,026 \text{ кг/с}; \quad q''_{38} = 2,73 \cdot 2,72^{-0,41 \cdot 1,14} = 0,025 \text{ кг/с}.$$

Втрати зерна за очисткою:

$$P_o = q_{38} \cdot e^{-\mu_y \cdot L_y}, \quad (2.12)$$

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де, μ_y — коефіцієнт сепарації на подовжувачі, $\mu_y = 0,41 \text{ м}^{-1}$;

L_y — довжина подовжувача, $L_y = 0,3 \text{ м}$.

$$P_o = 0,026 \cdot 2,72^{-0,41 \cdot 0,3} = 0,076, \text{ кг/с}; P_o = 0,025 \cdot 2,72^{-0,41 \cdot 0,3} = 0,073, \text{ кг/с}.$$

Тоді загальні втрати складатимуть:

$$P = P_c + P_o, \quad (2.13)$$

$$P_{o6} = 0,00001558 + 0,076 = 0,07602 \text{ кг/с}.$$

$$P_{o6} = 0,00001726 + 0,073 = 0,07302 \text{ кг/с}.$$

Отже, розраховані нами величини втрат зерна в елементах МСП, відповідають агротехнічним вимогам щодо збирання зернових культур.

2.5 Розрахунок кінематичних параметрів молотарки

Основні параметри молотильного апарату - діаметр, довжина, число бив і окружна швидкість барабана, розмір деки, діаметр і довжина барабана. Відзначимо, що при виборі цього параметра враховуються умови розміщення необхідної кількості бичів, забезпечення необхідного моменту інерції і зменшення можливості намотування стебел. Пропускна здатність бильного молотильного апарату пропорційна загальній довжині бичів l і визначається величиною допустимої подачі на одиницю довжини бича q_o . Допустима величина $q_o = 0,2 \dots 0,7 \text{ кг с хлібної маси}$.

Так, загальна довжина бичів складатиме [22]:

$$q_{\text{omin}} \quad l_{\text{max}} = \text{____}, \quad (2.14)$$

					7 $l_{\text{max}} =$	Арк
					— = 35 м ДП.208.042.035.ПЗ	
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

0.2

q

$$l_{\min} = \frac{q}{q_{\text{омам}}} \quad (2.15)$$

$q_{\text{омам}}$

5

$$l_{\min} = \frac{q}{q_{\text{омам}}} = 10 \text{ м.}$$

0.7

q

$$l_{\text{cp}} = \frac{q}{q_{\text{осс}}} \quad (2.16)$$

$q_{\text{осс}}$

$$l_{\text{cp}} = \frac{q}{q_{\text{осс}}} = 15 \text{ м.}$$

0.45

В комбайна «Енисей-1200» $L = 1200 \text{ мм} = 1,2 \text{ м}$. Тоді, кількість бичів складатиме:

$$i = l_{\min} / L, \quad (2.17)$$

$$i = 10 / 1,2 = 8,33 \text{ шт.}$$

Приймаємо 8 бичів.

Тепер знайдемо діаметр барабана:

$$D = v \Delta t \cdot i / \pi, \quad (2.18)$$

де, v - розрахункова колова швидкість руху бичів, 28-32 м/с;

Δt – проміжок часу між ударами по хлібній масі сусідніх бичів ($\Delta t = 0,0045 - 0,0075 \text{ с}$).

$$D = 31 \cdot 0,007 - 8 / 3,14 = 0,552, \text{ м} = 552 \text{ мм.}$$

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо $D = 550$ мм. $D_1 = D_2 = 550$ мм.

Частота обертання барабана:

$$n = 60v/\pi D, \quad (2.19)$$

$$n = 60 \cdot 31/3,14 \cdot 0,55 = 1076 \text{ об/хв.}$$

Плоска секція першої деки має довжину 120 мм підведена уступом до криволінійної секції з кутом обхвату 75° . Загальний кут обхвату серійної деки складає $\alpha_D = 90^\circ$.

Кут обхвату другої деки складає $105-150^\circ$ і залежить того, з якою траєкторією має виходити маса на соломотряс. Приймаємо $\alpha_D = 127^\circ$.

2.6 Енергетичний розрахунок молотильного апарату

Енергетичний баланс молотарки має вигляд [22]:

$$N_{\text{общ}} = N_{\text{хх}} + N_{\text{обм}}, \quad (2.20)$$

де, $N_{\text{хх}}$ – потужність на подолання опору;

$N_{\text{обм}}$ – потужність на обмолот.

При холостому ході барабана енергія витрачається на подолання тертя в підшипниках (опорах) і на подолання опору повітря. У відповідності до цього потужність при холостому ході барабана складає:

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{xx} = a_x + b_x^3, \quad (2.21)$$

де, a_x та b_x – дослідні коефіцієнти, що характеризують затрати потужності на подолання опору в підшипниках та опору повітря. Для бильного апарата $a_x = 0,85 \dots 0,90$ на кожні 100 кг маси барабана. Коефіцієнт b_x приходить на 1 м довжини барабана з діаметром 550 мм можна прийняти $0,065 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$.

- кутова швидкість молотильного барабану.

$\pi \cdot n$

$$= \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (2.22)$$

$$= \frac{3,14 \cdot 1076}{30} = 105,6 \text{ рад/с.}$$

$$N_{xx} = 0,87 \cdot 105,6 + 0,065 \cdot 105,6^3 = 1,963 \text{ кВт.}$$

Енергія на обмолот хлібної маси:

$$N_{обм} = N_3 + N_4, \quad (2.23)$$

Потужність $N_{обм}$ визначається за умови що удар бича по хлібній масі непружний, швидкість хлібної маси на вході не враховується. В момент руху маси в молотильному зазорі її швидкість приймається рівною швидкості барабана.

Потужність на подолання опору при русі хлібної маси в молотильному зазорі приймається пропорційній потужності на обмолот:

$$N_4 = f \cdot N_{обм}, \quad (2.24)$$

Для двобарабанного молотильного апарату, потужність на обмолот хлібної маси складає:

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{обм}=q \cdot v^2/(1-f_1)+ q_2 \cdot v^2/(1-f_2), \quad (2.25)$$

де, f_1 і f_2 — коефіцієнти пропорційності або коефіцієнти перетирання хлібної маси для бильних апаратів, $f_1=0,6 \dots 0,7$; $f_2=0,4 \dots 0,5$.

q і q_2 — подача хлібної маси в перший та другий барабани відповідно.

Причому:

$$q = q_2 \cdot (1 - \alpha/100), \quad (3.26)$$

де, α - кількість зерна і соломи (%), що пройшло через деку першого барабана.

$$q_2 = 7 \cdot (1 - 74/100) = 1,82 \text{ кг/с.}$$

$$N_{обм} = 7 \cdot 31^2 / (1 - 0,67) + 1,82 \cdot 31^2 / (1 - 0,45) = 23,56 \text{ кВт.}$$

$$N_{обм} = 7 \cdot 31^2 / (1 - 0,67) + 1,82 \cdot 31^2 / (1 - 0,45) = 23,56 \text{ кВт.}$$

Для обмолоту необхідно, щоб барабан мав певний момент інерції:

$$I = I_1 \cdot q, \quad (2.27)$$

де, $I_1 = 0,2 \text{ кг/м}^2$ — момент інерції, що припадає на 1 кг/с пропускної здатності молотарки.

$$I = 0,2 \cdot 7 = 1,4 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Таким моментом інерції має володіти молотильний барабан молотарки.

2.7 Розрахунок клинопасової передачі

У комбайнах клинопасові передачі застосовані в приводах найбільш навантажених і швидкохідних робочих органах. Розглянемо клинопасову передачу від валу двигуна до валу першого молотильного барабана.

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Головний контрприводний вал молотарки приводиться в рух від вала двигуна, а вже далі на перший молотильний барабан. Виконаємо розрахунок передаточного числа даної передачі, знаючи діаметри шківів у відповідності з рис. 2.27.

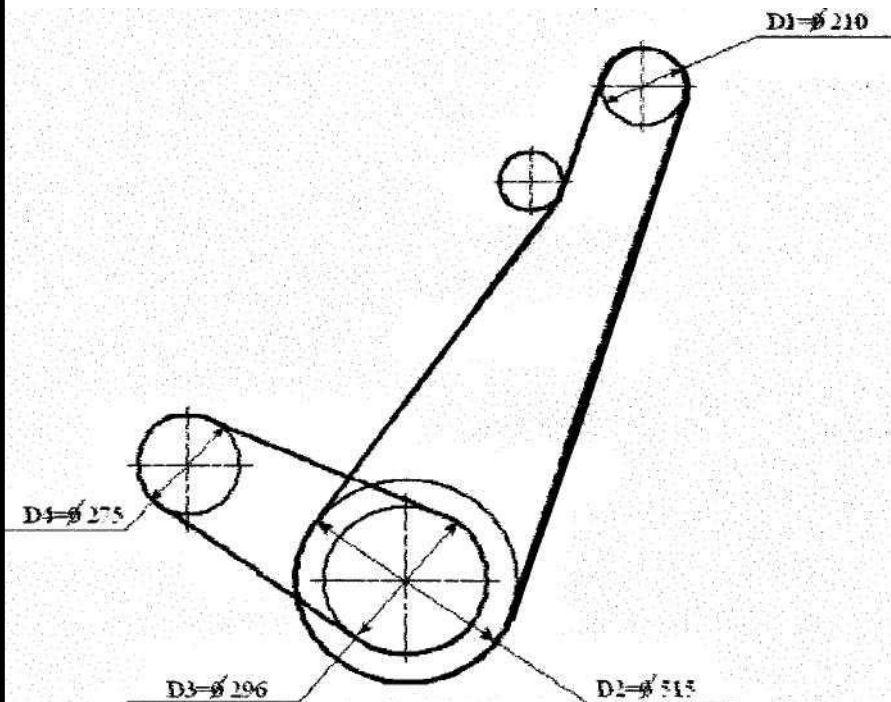


Рис. 2.27 Схема приводу молотарки комбайна «Енисей-1200»

$D1$ – шків колін вала двигуна; $D2$ – шків головного контрприводу; $D3$ – другий шків головного контр приводу; $D4$ – шків молотильного барабана

Загальне передаточне число складає [14]:

$$i_{\text{общ}} = i_1 \cdot i_2, \quad (2.28)$$

Тоді, для першої передачі:

$$i_1 = \frac{D1}{D2}, \quad (2.29)$$

$$i_1 = \frac{515}{210} = 2,45.$$

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Другої передачі:

$$i_2 = \frac{D_3}{D_2} = \frac{275}{296} = 0,93, \quad (2.30)$$

$$i_2 = \frac{275}{296} = 0,93.$$

Тоді:

$$i_{\text{общ}} = 2,45 - 0,93 = 2,28.$$

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ

3.1 Розрахунок режиму роботи комбайна

В господарстві для збирання озимого жита на зерно використовується комбайн КЗС-7 «Енисей-1200» з жаткою.

Таблиця 4.1

Технічна характеристика комбайна «Енисей-1200»

Показник	Значення
1. Потужність двигуна, кВт	106,5
2. Об'єм паливного бака, л	300
3. Тип трансмісії	механічна
4. Діаметр барабана, мм	500
5. Пропускна здатність молотарки, кг/с	7
6. Ширина молотарки, мм	1200
7. Оберти барабана, об/хв	250-1150
8. Загальна площа обмолоту і сепарації, м ²	4,74
9. Кут обхвату підбарабання, град	130
10. Оберти вентилятора, об/хв	450-1300
11. Довжина клав'їш соломотряса, м	4,1
12. Об'єм бункера, м ³	5,0
13. Продуктивність вивантажувального шнека, кг/с	45
14. Експлуатаційна маса, кг	12440

Розрахунок режиму роботи комбайна практично зводиться до визначення раціональної робочої швидкості. Спочатку необхідно визначити максимально допустиму робочу швидкість, обмежену пропускною здатністю молотарки. Дана швидкість визначається за формулою [25]:

					ДП.208.042.035.ПЗ		
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ ЖАТФК гр. Аі-42		
Розроб.	Ренкас						
Перевір.	Рябчук						
Н. Контр.	Вензовська						
Затверд	Руденко						

□ δ_c □

36q

(3.1)

$v_{н.з.} = \text{_____} \text{ м/с};$

де, $q_{зy} - B_p Y (1 + \delta_c)$

де, q_{∂} - допустима пропускна здатність молотарки, кг/с;

B_p - робоча ширина захвату приставки, м;

Y - урожайність зерна, т/га;

δ_c - коефіцієнт соломистості.

Допустима пропускна здатність молотарки визначається з виразу:

$$q_{\partial} = q_m [1 - 0,03(W - 15)]; \quad (3.2)$$

де, q_m - можлива пропускна здатність, кг/с;

W – фактична вологість культури, %.

Можлива пропускна здатність визначається за формулою:

□ 1 □

$$q_m = 0,6 q_{зy} \square \square 1 + \text{_____}$$

□□;

(3.3)

пропускна здатність в заданих умовах, кг/с.

Дана величина визначається з виразу:

$$\square Y - 4 \square q_{зy} = \alpha q \square 1 + \beta \text{_____} \square ; \quad (3.4)$$

$$\square \quad \quad \quad 4 \square$$

де, α - коефіцієнт придатності культури до обмолочування; β

- коефіцієнт, що враховує тип молотарки.

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q_{zy} = 0,75 \cdot \frac{5 - 4}{4} + 0,3 \cdot \frac{1}{4} = 5,6 \text{ кг/с.}$$

Тоді,

$$q_m = 0,6 \cdot 5,6 + \frac{1}{0,65} = 8,5 \text{ кг/с.}$$

$$q_o = 8,5 [1 - 0,03(25 - 15)] = 6 \text{ кг/с.}$$

Отже, максимально допустима швидкість складатиме:

$$v_{n.} = \frac{36 \cdot 6}{5 \cdot 5(1 + 0,65)} = 5,2 \text{ км/год.}$$

Визначимо, чи можлива робота комбайна на такій швидкості в наших умовах. Розрахунок виконаємо за потужністю двигуна. Необхідна потужність двигуна комбайна становить:

$$N_{\text{ит}} = \frac{[G(f+i)]v + N_q + N_{\text{тр}} + N_{\text{пр}}}{\eta_m \eta_o \eta_{nn} \eta_n} \quad (3.5)$$

де, G_m – експлуатаційна вага комбайна, кН;

f – коефіцієнт опору коченню; i – нахил

місцевості; η_m – механічний к.к.д.

трансмисії; η_o – к.к.д. втрат на буксування;

η_{nn} – к.к.д. пасової передачі;

$N_{\text{ит}}$ – втрати потужності на технологічний процес (питомі);

$N_{\text{хх}}$ – втрати потужності на холостий хід та привід агрегатів;

N_o – втрати потужності на привід робочих органів.

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\eta_{\delta} = 1 - \frac{\delta}{100}; \quad (3.6)$$

де, δ - буксування рушіїв комбайна,

$$\eta_{\delta} = 1 - \frac{5}{100} = 0,95.$$

Витрати потужності на привод допоміжних механізмів складає 4 кВт.

Приймаючи дані з довідкової літератури визначимо.

$$N_p = \frac{102,5(0,1 + 0,03)2,3}{3,6 \cdot 0,7 \cdot 0,97} + \frac{89,2 + 49,5 + 4}{0,95} = 89,7 \text{ кВт.}$$

Оскільки розрахункова потужність дещо менша ніж ефективна потужність двигуна комбайна, то робота на заданому режимі недоцільна. Тому доцільно буде визначити максимально можливу швидкість руху.

$$N_e - (N_x + N_{\delta})\eta_{\text{пг}}$$

$$v_{pN} = \frac{G_m(f + i) - N_{BV}(1 + \delta_c)}{3,6\eta_m\eta_{\delta}\eta_n + 36\eta_n}; \quad (3.7)$$

$$v_{pN} = \frac{156 - (49,5 + 4)\frac{1}{0,95}}{\frac{102,5(0,1 + 0,03)}{3,6 \cdot 0,7 \cdot 0,97} + \frac{89,2 \cdot 4,2 \cdot 10(1 + 0,85)}{36 \cdot 0,95}} = 7,6 \text{ км/год.}$$

Отже, для оптимального завантаження молотарки необхідно рухатися зі швидкістю 6,6 км/год. Визначимо коефіцієнт завантаження двигуна комбайна.

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

N_p

$$\xi_N = \frac{N_e}{N_p} = \frac{89,7}{106,6} = 0,84. \quad (3.8)$$

 N_e

89,7

$$\xi_N = \frac{89,7}{106,6} = 0,84.$$

106,6

Коефіцієнт використання потужності 0,84 свідчить про його ефективну експлуатацію.

3.2 Визначення продуктивності та витрат палива

$$g_{za} = \frac{A}{W_{zm}} \quad (3.9)$$

 $10 W_{zm}$

де, A – сума енергозатрат за зміну, кВт год.

g_e - середні питомі витрати палива, г/кВт год;

W_{zm} - змінна продуктивність комбайна, га.

$$A = N_p T_{zm} \tau + N_x T_{zm} (1 - \tau); \quad (3.10)$$

де, T_{zm} – тривалість зміни, год. τ -

коефіцієнт використання часу зміни.

$$\tau = \tau_{\text{ц}} \tau_{zm}; \quad (3.11)$$

де, $\tau_{\text{ц}}$ - коефіцієнт використання циклового часу зміни;

τ_{zm} - коефіцієнт циклового часу зміни.

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\tau = \text{_____};$$

Погектарна витрата палива залежить від енергомосткості операції збирання і визначається за формулою [16, 25]: $A g_e$

де, ϕ - коефіцієнт робочих ходів. τ_{TO} - коефіцієнт технологічного обслуговування.

$$U \cdot B_p V_p$$

$$\tau_{TO} = t_{\text{вив}} \text{_____};$$

(3.13)

$$\frac{1}{\phi + \tau_{TO}}$$

(3.12)

$$600 V_b \rho \psi$$

де, $t_{\text{вив}}$ - час вивантажування зерна з бункера, хв.;

V_b - об'єм бункера, м³; ρ - об'ємна маса зерна,

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

т/м³; ψ - коефіцієнт використання об'єму
бункера.

Час вивантаження:

$$V_{\delta} \rho \psi 10^3 60 \omega$$

$$t_{\text{вив}} = \text{_____}; \quad (3.14)$$

де, ω - продуктивність вивантажувального шнека, кг/с.

$$t_{\text{вив}} = \frac{5,0 \cdot 0,65 \cdot 0,98 \cdot 10^3}{60 \cdot 45} \approx 1 \text{ хв.}$$

$$\tau_{TO} = 1 \frac{5 \cdot 5,0 \cdot 7,6}{600 \cdot 5,0 \cdot 0,65 \cdot 0,98} = 0,1.$$

$$\tau_{\text{ц}} = \frac{1}{0,98 + 0,1} = 0,893.$$

Коефіцієнт циклового часу зміни визначається за формулою:

$$\tau_{\text{зм}} = \frac{T - (T_{\text{пз}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{воп}})}{T_{\text{зм}}}; \quad (3.15)$$

$T_{\text{зм}}$

де, $T_{\text{пз}}, T_{\text{обс}}, T_{\text{воп}}$ – відповідно підготовчо – заключний час, час на обслуговування комбайна і час на власні особисті потреби, год.

$$\tau_{\text{зм}} = \frac{7 - (0,5 + 0,51 + 0,33)}{7} = 0,795.$$

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді,

$$\tau = 0,893 \cdot 0,795 = 0,71.$$

Фактичні питомі витрати палива:

$$g_p = \frac{10^3 G_n}{N_e \xi_N}; \quad (3.16)$$

$$g_p = \frac{10^3 33,3}{106 \cdot 0.84} = 187,8 \text{ г/кВт год.}$$

А на холостих ходах, аналогічно:

$$g_p = \frac{10^3 7,5}{49 \cdot 0.84} = 159,6 \text{ г/кВт год}$$

Продуктивність комбайна за зміну визначається за формулою:

$$W_{зм} = \frac{36 q_e K_c K_w K_z K_n T_{зм} \tau}{U_m}; \quad (3.17)$$

де, K_c – коефіцієнт соломистості;

K_n, K_z, K_w – відповідно коефіцієнти полеглості, забур'яненості, та вологості хлібної маси;

U_m – урожайність маси, т/га.

$$K_c = \frac{[0,6(1 + \delta^c)]}{\delta_c}; \quad (3.18)$$

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_c = \frac{[0,6(1+0,65)]}{0,65} = 1,3.$$

Інші коефіцієнти вибираємо з табл. 13 [25, с. 105]:

$$K_{п,} = 0,63;$$

$$K_3 = 0,9; K_w$$

$$= 0,9.$$

Отже,

$$W_{зм} = \frac{36 \cdot 18 \cdot 1,3 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,63 \cdot 7 \cdot 0,71}{10} = 21,4 \text{ га.}$$

Тоді годинна продуктивність складатиме, 3,01 га.

Далі визначимо суму енергозатрат:

$$A = 198 \cdot 7 \cdot 0,71 + 49 \cdot 7(1 - 0,71) = 3141,5 \text{ кВт год.}$$

А питомі витрати палива складатимуть:

$$g_{га} = \frac{3141,5 \cdot 129,7}{10^3 21,4} = 19,04 \text{ кг/га}$$

Отже, комбайн «Енисей-1200» при збиранні озимого жита на зерно з урожайністю 5 т/га буде витрачати 19 кг дизпалива на 1 га. При цьому година продуктивність складатиме 3 га.

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4 Кінематичний розрахунок збирального агрегату

Кінематичні розрахунки зводяться до визначення параметрів робочої ділянки і агрегату. Розрахунок розпочнемо з визначення ширини поворотної смуги для комбайна. Ширина поворотної смуги залежить від типу поворотів, які здійснює комбайн, радіусу повороту комбайна і довжини прямолінійного виїзду. Ширина поворотної смуги при виконанні петлевих грушоподібних поворотів визначається за формулою [11]:

$$E = 0,5B_p + 2,7R + e; \quad (3.28)$$

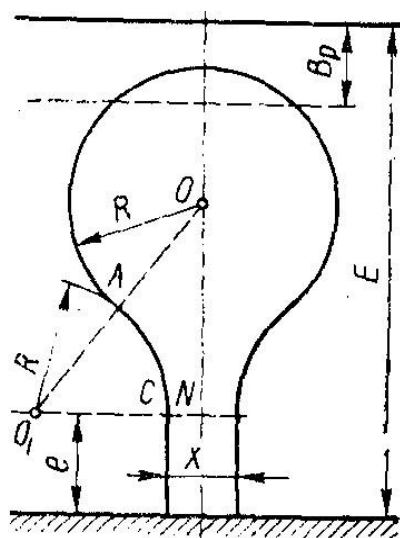
де, R – радіус повороту комбайна, м; e

– довжина прямолінійного виїзду, м.

Оскільки жатка розміщена перед комбайном, то довжина прямолінійного виїзду практично відсутня.

$$E = 0,5 \cdot 5,7 + 2,7 \cdot 8,2 = 24,8 \text{ м.}$$

Однією з головних вимог до ширини поворотної смуги є кратність ширини смуги робочій ширині захвату комбайна, оскільки поворотні смуги повинні оброблятися цим же комбайном.



					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рис. 3.2 Схема робочої ділянки (поля)

Як бачимо, в кінці кожного проходу буде майже заповнений бункер, що є дуже зручно з точки зору транспортного обслуговування.

Визначимо загальну довжину робочих ходів комбайн [13].

$$S_p = \frac{CL_{\text{заг}}}{B_p}; \quad (3.31)$$

де, C – ширина заїмки.

Оскільки на полі працює один комбайн, то його (поле) на заїмки розбивати недоцільно.

$$S_p = \frac{417 \cdot 1200}{5,0} = 100080 \text{ м (100 км)}.$$

Загальна довжина холостих переїздів та поворотів визначається за формулою:

$$S_x = \frac{2C}{B_p} (3R + e); \quad (3.32)$$

$$S_x = \frac{2 \cdot 417}{5,0} (3 \cdot 8.2) = 4103,3 \text{ м}.$$

Оцінку вибраного способу руху та поворотів можна здійснювати за величиною коефіцієнта робочих ходів.

$$\phi = \frac{S_p}{S_p + S_x}; \quad (3.33)$$

$S_p + S_x$					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Розрахунок забезпечення робітників засобами індивідуального захисту

Відповідно до чинного закону про працю (КЗПП), на роботах з шкідливими умовами праці, а так само на роботах, що виконуються в особливих температурних умовах робітником видаються безкоштовно по встановлених нормах спеціальне взуття, спеціальний одяг, рукавички, головні убори, окуляри, фартухи і інші індивідуальні засоби.

Для планування річної потреби проводимо розрахунок необхідної кількості засобів індивідуального захисту згідно нормативів [33]. Результати розрахунків заносимо в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1

Необхідна кількість засобів індивідуального захисту (ЗІЗ)

Професія	Кількість персоналу	Строки носіння в місяцях (чисельник) і необхідна кількість (знаменник) за видами ЗІЗ					
		комбінезон, х.б	перчатки	чоботи кірзорезинові	распіратори	фартук прорезинений	окуляри
Механізатор	34	12/34	6/68	12/34	6/12	-	-
Робітники на внесенні мін. добрив	15	12/15	4/18	84/15	12/15	-	6/30/30
Робітники на приготуванні і внесенні отрутохімкатів	4	12/4	-	24/4	-	6/4	4/8/8
Механік	5	12/5	-	-	-	-	-
Слюсар-наладчик МТП	8	12/8	3/24	12/8	-	-	8/24
Зварювальник	1	12/1	2/6	12/1	-	6/1	6/1

					ДП.208.042.035.ПЗ		
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОХОРОНА ПРАЦІ		
Розроб.	Ренкас						
Перевір.	Рябчук						
Н. Контр.	Вензовська						
Затверд	Руденко						
					Лім	Арк.	Аркушів
					ЖАТФК гр. Аі-42		

Відповідно до представленої таблиці на підприємстві необхідно першочергово забезпечити наявність вказаних засобів.

4.2 Пожежна безпека і виробнича санітарія

За дотримання заходів пожежної безпеки несе відповідальність керівник підприємства. Для надання допомоги в пожежогасінні на підприємстві організовують пожежні дружини. Із спеціальними засобами пожежогасіння працює бойовий склад що входить до складу добровільної пожежної дружини (ДПД).

Для запобігання займанню двигунів внутрішнього згорання проводиться щоденне технічне обслуговування, підтягують кріплення, очищають поверхні від забруднення оливою і рослинними залишками, стежать за кріпленням захисних щитків. На польових роботах техніка забезпечується іскрогасниками [14]. Для механізованих ланок бригад проведемо по нормативах розрахунок протипожежних засобів і результати занесемо в таблицю 4.2 [21].

Таблиця 4.2

Розрахунок кількості засобів пожежогасіння

Об'єкти	Кількість персоналу	Кількість засобів			
		вогнегасник ОХП-10	вогнегасник ОХП-5	Пожежний щит	лопати
1. Тракторні агрегати	34	-	34	-	34
2. Польовий стан	5	5	-	1	-
3. Машинний двір	1	2	1	2/1	2/2
4. Електрощитова	2	1	-	-	-

При роботі передпускового підігрівача не слід без нагляду залишати трактор. Для виключення перегрівання, котел необхідно прокачати протягом 1,5...2 хвилин після виключення.

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідно виконати оборювання:

- місця зберігання нафтопродуктів смугою не менше 3 м;
- загороди і ділянки при збиранні зернових;
- стоянку машин на полі; - скирти і стоги.

Не допускається паління в не відведених місцях, розведення вогнищ і застосування факелів для підігрівання двигунів. Місця паління обладнали бочками з водою, урнами і ящиками з піском. Пожежний щит повинен включати;

- два багри на довгих державках;
- два ломи і сокири пожежників;
- два вогнегасники; - чотири пожежні відра; - ящик з піском.

Для сповіщення про пожежу на перекладині підвішують шматок сталевий рейки або барабан видаючий дзвінкий сильний звук при ударі. Пожежні місткості мають бути заправлені водою і забезпечені гідратом з муфтами для швидкого підключення пожежного рукава. У побутових приміщеннях майстерень, гаражів, ферм, бригад необхідно будувати гардероб. Рекомендується норма площі вбиральні на одного працюючого - 0,8 м. Кількість шаф повинна, по нормах, відповідати добовому складу механізаторів в напружений сезон виробничої експлуатації агрегатів.

Таблиця 4.3

Вихідні дані і результати розрахунків санітарно-побутових приміщень і пристосувань

Назва приміщень	Од. виміру	Кількість людей (об'єктів)	норматив	Значення (площа, кількість)
Кімната відпочинку	м ²	34	1,2, але не менше 8 м ²	40,8
Душова	число душових сіток	34	Одна сітка на 5 чоловік	10
Медична аптечка	шт.	34	одна на агрегат	34
Умивальник	кількість кранів	34	1 кран на 30 чоловік	5
Туалет	кількість	34	1 на 30 чоловік	3
Питна вода	кількість	34	Кран на 100 чоловік	3

					ДП.208.042.035.ПЗ				Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Шафи мають бути з двома відділеннями:

- для спецодягу;
- для особистого одягу.

Розмір кожного відділення шафи:

- висота, 165 см;
- ширина, 25 см;
- глибина, 50см;
- прохід між лавкою і шафою має бути рівною 90 см;
- відстань між лицьовими поверхнями шаф і стіною 1,2м,

Кількість кранів в умивальних розраховують відповідно до кількості працюючих з урахуванням розрахункового числа однієї людини на один кран. Туалет необхідно розташовувати на території не ближче 25м від виробничих і побутових приміщень. Початкові дані і результати розрахунків санітарнопобутових приміщень і пристроїв представлені в таблиці 5.3.

4.3 Екологічна стійкість виробництва

Екологічність проекту в глобальному уявленні, не дивлячись на динамічність процесів за тривалий термін, має на увазі рівновагу усіх систем в природі. Порушення взаємодії в залежності хоч би однієї з систем призводить до порушення рівноваги в природі і часто має катастрофічні наслідки в результаті необґрунтованої діяльності людини.

Людина повинна брати від природи стільки, скільки вона здатна сама відновити у вигляді біоресурсів. При розробці проекту необхідно враховувати коефіцієнт екологічності проекту, який дозволяє виключити руйнівні тенденції і посилити відновні дії виробництва зберегти рівновагу системи [27].

З точки зору системного аналізу замикаючим елементом в системі є екологія: "Екологія - економіка - соціологія - технологія - вирощування - способи - засоби - продукція - утилізація - екологія". Будь-яке виробництво і діяльність людини розпочинається з екології і замикається екологією, як однією з підсистем у великій системі. Тому необхідно враховувати при проектуванні;

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
	-					
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- забруднення від виробничої діяльності не повинні перевищувати гранично допустимі пороги;
- дози мінеральних добрив повинні засвоюватися рослинами без накопичення в ґрунті;
- стоки повинні відновлюватися рослинним середовищем по балках перш ніж потрапити в ставки;
- біоресурси водойм і їх репродукція мають бути збалансовані;
- технології не мають бути інтенсивними і не порушувати виробничу родючість ґрунтів;
- родючість ґрунтів залежить від чергування культур в сівозміні;
- родючість ґрунтів залежить від способу обробітку і власного відновлення, як живої природи;
- в умовах високої зрілості ґрунтів необхідно застосовувати знаряддя поверхневого обробітку під озимі зернові культури;
- один раз в три-чотири роки необхідно на ділянці поля виконувати оранку для рекультивації ґрунту;
- засолені ділянки полів необхідно засівати локально кормовими культурами для відновлення балансу мінеральних речовин в ґрунті;
- мінеральне борошно гірських порід дозволяє запускати в дію поживні речовини ґрунту;
- мікроелементи біосфери з дощем накопичуються в "чорній парі", відновлюючи його родючість;
- сівозміни необхідно пов'язувати з циклами природи що впливають на урожайність культур [24, 27].

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок економічного ефекту від впровадження конструктивної розробки

Економічний ефект зумовлений різницею затрат при новій та традиційній технологіях відповідно. Наша конструктивна розробка спрямована на економію коштів на ПММ, оплату праці, амортизацію, відрахування на оплату праці та матеріал. Застосування «м'якої» системи обмолоту дає змогу проводити збирання з більшими обертами барабана, а отже і з більшою пропускнуою здатністю та відповідно більшою швидкістю, а отже і продуктивністю. Також наша система передбачає зменшення втрат зерна за молотаркою та очисткою. Дані для розрахунку економічного ефекту запишемо у вигляді порівняльної таблиці (табл. 5.1). Розрахунок проведемо згідно методики [10].

Таблиця 5.1

Дані для техніко-економічного розрахунку

№	Показники	технологія	
		традиційна	запропонована
1.	Склад комплексу машин	КЗС-7 «Енисей-1200»	КЗС-7М «Енисей-1200»
2.	Продуктивність, га/год	2,45	3,0
3.	Тарифна ставка механізатора, грн./год	30,20	30,20
4.	Амортизаційні відрахування, %	15	15
5.	Відрахування на ТО і ремонт, %	15	15
6.	Обслуговуючий персонал, чол	1	1
7.	Питомі витрати палива, кг/кВт·год	0,270	0,270

					ДП.208.042.035.ПЗ		
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА		
Розроб.	Ренкас						
Перевір.	Рябчук						
Н. Контр.	Вензовська						
Затверд	Руденко				ЖАТФК гр. Аі-42		

Вартість комбайнів встановимо однаковою, оскільки конструктивні зміни значно на габарити та елементи конструкції комбайна не впливають.

Проведемо розрахунки затрат різних технологій прямого комбайнування.

Визначимо витрати на заробітну плату.

n

$$З = \frac{W_{год}}{n} \cdot CT; \quad (5.1)$$

$W_{год}$

де, CT - тарифна ставка, грн./год.

n - кількість механізаторів, чол.

$$\text{Традиційний МТА : } З = \frac{1}{2,45} \cdot 30,2 = 12,3 \text{ грн / га.}$$

$$\text{Модернізований МТА: } З = \frac{1}{3,0} \cdot 30,2 = 10,0 \text{ грн/ га.}$$

Амортизаційні відрахування:

$$1,1 \cdot C \cdot Q$$

$$A = \frac{1,1 \cdot C \cdot Q}{t_n \cdot W_e}; \quad (5.2)$$

де, C - вартість машини, грн.; Q -

амортизаційні відрахування, %; t_n -

планове річне навантаження, год.

$$\text{Традиційна технологія: } A^e = \frac{1,1 \cdot 900000 \cdot 0,15}{700 \cdot 2,55} = 83,2 \text{ грн/га.}$$

$$\text{Запропонована технологія: } A^z = \frac{1,1 \cdot 900000 \cdot 0,15}{700 \cdot 3,0} = 69,6 \text{ грн/га.}$$

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відрахування на ПР та ТО:

$$R = \frac{Ц \cdot 1,1 \cdot r}{t_H \cdot W_z}; \quad (5.3)$$

де, r - планове відрахування на ПР і ТО, %.

$$\text{Традиційна технологія: } R^c = \frac{900000 \cdot 1,1 \cdot 0,15}{700 \cdot 2,55} = 83,2 \text{ грн/га.}$$

$$\text{Запропонована технологія: } R^z = \frac{900000 \cdot 1,1 \cdot 0,15}{700 \cdot 3,0} = 69,6 \text{ грн/га.}$$

Визначимо витрати на пальне:

$$W_{\text{год}} = \frac{\alpha \cdot N \cdot q \cdot d}{\Pi} \quad (5.4)$$

де, α - густина палива, т/м³;

q - питома витрата палива, кг/кВт год;

d - ціна на паливо в регіоні, грн/л.

$$\text{Традиційна технологія: } \Pi^c = \frac{0,825 \cdot 173 \cdot 0,27 \cdot 12}{2,55} = 181,3 \text{ грн/га.}$$

$$\text{Запропонована технологія: } \Pi^z = \frac{0,825 \cdot 173 \cdot 0,27 \cdot 12}{3,0} = 151,5 \text{ грн/га.}$$

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепер можемо визначити прямі витрати, які включають в себе суму усіх витрат.

$$B = Z + A + R + \Pi ; \quad (5.5)$$

Серійний МТА: $B^c = 12,3 + 83,2 + 83,2 + 181,3 = 360 \text{ грн/га.}$

Модернізований МТА: $B^3 = 10 + 69,6 + 69,6 + 151,5 = 300,7 \text{ грн/га.}$

Питомі капіталовкладення визначаються за формулою:

$$1,1 \cdot C$$

$$K = \frac{1,1 \cdot C}{t_H \cdot W_{год}} ; \quad (5.6)$$

$$\text{Традиційна технологія: } K_m^c = \frac{1,1 \cdot 900000}{700 \cdot 2,55} = 554,6 \text{ грн/га.}$$

$$\text{Запропонована технологія: } K_m^p = \frac{1,1 \cdot 900000}{700 \cdot 3,0} = 463,7 \text{ грн/га.}$$

З величини питомих капіталовкладень визначаються приведені витрати, які визначаються за формулою:

$$I = B + (C \cdot K); \quad (5.7)$$

де, C – коефіцієнт ефективності капіталовкладень.

Коефіцієнт ефективності капіталовкладень (C) складає 0,15. Отже, визначимо приведені затрати для обох технологій.

$$\text{Традиційна технологія: } I_c = 360 + (0,15 \cdot 554,6) = 443,2 \text{ грн / га.}$$

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Запропонована технологія: $I_p = 300,7 + (0,15 \cdot 463,7) = 370,2 \text{ грн / га}$.

Знаючи приведені витрати можемо визначити річний економічний ефект, який визначається за наступною формулою:

$$E = (I_c - I_p) \cdot W_{\text{год}} \cdot t_H; \quad (5.8)$$

$$E = (443,2 - 370,22) \cdot 3,05 \cdot 700 = 155737,5 \text{ грн.}$$

Оскільки наша молотарка передбачає зменшення втрат та пошкодження зерна з 1,5 до 1,0 %, то вважаємо за необхідне врахування вартості зерна. При річному навантаженні 700 год та продуктивності 3,0 га/год виробіток складатиме 210 га. За урожайності 5 т/га втрати в 0,5% складатимуть $210 \cdot 5 \cdot 0,5\% = 5,25$ т. За ціни жита 3300 грн/т – економія складає $5,25 \cdot 3300 = 17325$ грн. Цю суму необхідно додати до річного економічного ефекту.

Отже, застосування модернізованого нами подрібнювача дає річний економічний ефект в сумі 173062,5 грн.

Визначимо термін окупності вкладених в проект інвестицій (капіталовкладень).

Ц

$$T = \frac{C}{E}; \quad (5.9)$$

E

$$T = \frac{900000}{173062,5} = 5,2 \text{ років.}$$

Отже, капіталовкладення окупляться за 5,2 роки. Таке значення терміну окупності менше терміну експлуатації комбайна, отже характеризує економічну доцільність використання нашої конструктивної розробки у виробництві.

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні представленого дипломного проекту було отримано ряд висновків теоретичного та практично-прикладного характеру, зокрема:

1. Виробничо-господарські, агрокліматичні та організаційно-технічні умови сприяють впровадженню на підприємстві інтенсивних технологій вирощування зернових та технічних культур, зокрема пшениці.

2. Відповідно запропонована технологія вирощування озимого жита за сучасною технологією, яка забезпечує економію коштів на вирощування. Показники технології - щільність механізованих робіт 2 ум.єт. га/ф.га; питомі витрати палива 71,3 кг/ф.га; питомі затрати праці 3,6 л-год/ф.га; питомі витрати електроенергії 1,25 кВт/га (0,25 кВт-год/т).

3. Для збирання пшениці на зерно прийнято використовувати пряме комбайнування комбайном КЗС-7 «Енисей-1200». Для забезпечення якісного обмолоту та зменшення втрат запропоновано модернізувати молотильний апарат, адаптувавши його до «м'якої» системи обмолоту, сепарації та очищення.

4. При роботі на полі зі змінним рельєфом тяговий опір комбайна з приставкою складає 12,08-31,71 кН, фактична швидкість руху – 1,19-1,85 м/с. Годинна продуктивність збирального агрегату склала 3 га/год, питомі витрати пального 19,0 кг/га. Коефіцієнт робочих ходів комбайна – 0,961.

5. Для роботи прийнято гоновий спосіб руху з чергуванням загінок. Прийнято використання поворотних смуг за потребою (за межами поля є місце для розвороту). Для відвезення зерна використовується автомобіль-самоскид КамАЗ-55102. Питомі витрати палива складатимуть 0,84 кг/т, і 0,17 кг/т·км відповідно, або ж 4,2 кг/га. Змінна продуктивність автомобіля складає 546,5 т·км. Згідно розрахунків визначено, що для обслуговування одного комбайна необхідно залучити два автомобілі.

					ДП.208.042.035.ПЗ		
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ		
Розроб.	Ренкас						
Перевір.	Рябчук						
Н. Контр.	Вензовська						
Затверд	Руденко				ЖАТФК гр. Аі-42		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вантажно-розвантажувальні роботи / Методика розрахунку та типові норми виробітку, часу та витрат палива на вантажно – розвантажувальні роботи., УкрНДСагропром/, книга 5, частина II, ТОВ «Юмана», Київ.: 1998. – 348с.

2. Войтюк Д. Г., Яцун С. С., Довжик М.Я Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: Навч. посібник / За ред. Д. Г. Войтюка. — Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. — 543 с.

3. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. — Київ.: Урожай, 1994. — 448 с.

4. Герук С.М., Обиход А.І., Сукманюк О.М. Інженерно-технічні вимоги до написання дипломних (курсівих) проектів і робіт (спеціальностей 091902; 090215; 090219). - Житомир: Видавництво "Державний агроекологічний університет", 2006. - 256 с.

9. Данильченко М.Г., Гладич Б.Б., Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г. Експертноаналітична оцінка технологічних і економічних показників сільськогосподарської техніки: Навчально-методичний посібник для студентів економічних спеціальностей. –Тернопіль: Економічна думка, 2001. – 61с.

10. Диденко Н.К. Эксплуатация машинно-тракторного парка. Київ.: Изд. объединение «Вища школа», 1977. – 392с.

11. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві В.Ю. Ільченко, І. П. Карасьов, А.С. Лімонт та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка. - Київ.: Урожай, 1993.-288 с.

12. Зернозбиральний комбайн сьогодні, вчора і завтра. Погорілець, М.О., Погорілець О.М., Погорілець Ю.О. Навч. посіб. Київ.: НУБІП,. – 70с.

					ДП.208.042.035.ПЗ		
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖРЕЛ		
Розроб.	Ренкас						
Перевір.	Рябчук						
Н. Контр.	Вензовська						
Затверд	Руденко						
					Літ		
					Арк.		
					Аркушів		
					ЖАТФК гр. Аі-42		

13. Зерноуборочные комбайны John Deere. /Електроний ресурс/ Режим доступу: http://www.deere.ua/wps/dcom/uk_UA/products/equipment/combines/combine_s.page?.

14. Зерноуборочные комбайны. Клавишные комбайны. /Електроний ресурс/ Режим доступу: <http://www.amacoint.com/agriculture/new/harvesters/>.

15. Лихочвор В.В., Петриненко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур, - Львів: НВФ «Українські технології», 2006.-730с.

16. Практикум із машиновикористання в рослинництві: Навч. Посібник / За ред.. Мельника І.І. – Київ.: Кондор. – 2004. – 284с.

17. Рослинництво: Підручник / О.І. Зінченко, В.Н.Салатенко, М.А.Білоножко ; За ред. О.І. Зінченка.- Київ.: Аграрна освіта, 2001.-591с.

18. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник./ Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – Київ.: Вища освіта, 2004. – 544с.

19. Типові норми продуктивності і витрат палива на сівбі, садінні та догляді за посівами /В.В. Вітвіцький, І.М. Демчак, В.С. Пивовар та ін. - Київ: НДІ "Укراгропромпродуктивність", 2005.-544 с.

20. Типові норми продуктивності і витрат палива на збиранні сільськогосподарських культур / В.В. Вітвіцький, ІМ. Демчак, В.С. Пивовар та ін. - Київ: ЦШ "Украгропромпродуктивність", 2005.-544 с.

21. Типові норми продуктивності машин і витрат палива на передпосівному обробітку ґрунту. - Київ: НДІ "Украгропромпродуктивність", 2005. - 672 с.

22. Типові норми продуктивності та витрати палива на тракторнотранспортних роботах /В.В. Вітвіцький, Ю.Я. Лузан, Л.І. Кучеренкота ін. - Київ.: НДІ "Украгропромпродуктивність", 2007. - 672 с. (Б-ка спеціаліста АПК „Економічні нормативи").

23. Основи охорони праці. В. Ц. Жидецький, В. С. Джигирей, О. В. Мельников — Вид. 2-е, стереотипне. — Львів: Афіша, 2000. — 348 с.

					ДП.208.042.035.ПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

